

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI  
BOLOGNA**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**CORSO DI LAUREA**

**IN INGEGNERIA AEROSPAZIALE**

**Sede di Forlì**

**Metodi e strumenti della Lean Production:  
il caso BONFIGLIOLI RIDUTTORI Spa**

**CANDIDATO:**

Lorenzo Montanari

**RELATORE:**

Prof. Ing. Enrico Troiani

Anno accademico 2011/2012  
Sessione I

## ***Ringraziamenti***

*Giunto al termine della tesi sento il dovere di esprimere la mia gratitudine verso coloro che hanno collaborato allo svolgimento di questo testo.*

*Un sentito ringraziamento quindi va al mio relatore, il Professor Enrico Troiani, per aver accettato la mia proposta di tesi, per la presenza che ha saputo garantirmi nonostante l'ingente mole di impegni e, soprattutto, per l'autonomia che mi ha lasciato durante lo sviluppo dell'elaborato.*

*Ringrazio sinceramente tutti coloro che mi hanno dato l'opportunità di svolgere questo lavoro all'interno della Bonfiglioli TRASMITAL di Forlì; dal direttore di stabilimento, al direttore del personale, al responsabile di produzione, all'ufficio tecnico e a tutti colleghi.*

*Infine, il grazie più profondo e importante, va ai miei genitori Agostino e Marzia e al mio fratello Francesco che, in tutti i momenti della mia vita mi hanno accompagnato sempre con amore e comprensione, con cui ho condiviso alti e bassi di questo percorso e che, in qualche modo, li hanno vissuti attraverso me.*

## **Ringraziamenti**

## **1 Introduzione**

## **2 IL Gruppo BONFIGLIOLI e la BONFIGLIOLI TRASMITAL**

2.1 *Clementino Bonfiglioli*

2.2 *Le origini*

2.3 *Il Gruppo Bonfiglioli si apre al mondo*

2.4 *Il Gruppo Bonfiglioli oggi*

2.5 *Bonfiglioli TRASMITAL*

## **3 Lean Production: le origini e il pensiero**

3.1 *Le origini della filosofia*

3.2 *Taiichi Ohno*

3.3 *Fabbrica a 6 eri*

3.4 *Muda: i 7 sprechi*

3.5 *Muri e Mura*

## **4 Lean Production: Obiettivi, Principi, Strumenti**

*Prefazione*

4.1 *Obiettivo*

4.2 *Principi*

4.3 *Strumenti*

4.3.1 *Just In Time (JIT)*

4.3.2 *Cellular Manufacturing*

- 4.3.3 *Kanban*
- 4.3.4 *Jidoka*
- 4.3.5 *Value Stream Mapping*
- 4.3.6 *SMED*
- 4.3.7 *Takt Time*
- 4.3.8 *Heijunka*
- 4.3.9 *TPM: Total Productive Maintenance*
- 4.3.10 *FMEA*
- 4.3.11 *5S*
- 4.3.12 *Poka-Yoke*
- 4.3.13 *Kaizen*
- 4.3.14 *One Piece Flow*
- 4.3.15 *Visual Control*
- 4.3.16 *Problem solving e Workshop Team*
- 4.3.17 *Diagramma di Pareto*
- 4.3.18 *Analisi 4M*
- 4.3.19 *Metodo 5 perché*
- 4.3.20 *Ciclo PDCA*
- 4.3.21 *Creatività o inventiva*

## **5 Consulenza Kaizen Porsche**

- 5.1 *Porsche Consulting*
- 5.2 *Progetto Pilota*
- 5.3 *Obietti Porsche Consulting*

## **6 Inizio Kaizen in Trasmital**

- 6.1 *Analisi della situazione iniziale*
- 6.2 *I primi passi del processo*
- 6.3 *Heijunka, Heijunka box: Produzione Pull*
- 6.4 *Attività di formazione sia agli al management che agli operatori*

## 6.5 *Just in time: il tempio*

# 7 **Sviluppo Kaizen in Trasmital**

## 7.1 *L'organizzazione del cantiere*

## 7.2 *Riorganizzazione dell'area di lavoro*

## 7.3 *Organizzazione delle postazioni*

## 7.4 *Organizzazione delle 5S*

## 7.5 *Riorganizzazione della produzione*

## 7.6 *Organizzazione del flusso e analisi degli sprechi*

## 7.7 *Riorganizzazione delle postazioni di lavoro in ergonomia*

### 7.7.1 *Diagramma a spaghetti – spaghetti Chart*

### 7.7.2 *Golden zone diagram / strike zone per ogni postazione*

## 7.8 *Organizzazione del “piano di lavoro” degli operatori*

## 7.9 *Organizzazione e procedura Andon della linea e delle postazioni*

## 7.10 *Riorganizzazione del flusso dei materiali*

## 7.11 *Organizzazione del supermercato*

### 7.11.1 *Carrello della spesa*

## 7.12 *Organizzazione approvvigionamento materiali*

### 7.12.1 *Commisionato*

### 7.12.2 *Sequenziato*

### 7.12.3 *Kanban*

## 7.13 *Organizzazione Milk Run*

## 7.14 *Analisi dei primi risultati*

# 8 **CONCLUSIONI**

*Allegati*

*Riferimenti bibliografici*

*sitografia*

## Introduzione

I capitoli introduttivi della tesi espongono, in generale, le caratteristiche del Gruppo e dell'azienda, dalla sua evoluzione storica al suo illustre fondatore, Clementino Bonfiglioli.

Nella seconda parte, composta dai capitoli 3 e 4, si presenta l'argomento dal punto di vista teorico, da una breve storiografia fino ai concetti generali di *Lean Production*, di *Just In Time* e di *Kaizen* con particolare riferimento ai loro *principi*, ai loro *obiettivi* e agli *strumenti* utilizzabili nella loro implementazione.

La terza parte, composta dai capitoli 5, 6 e 7, è la parte cruciale della tesi e riporta l'applicazione della metodologia, descrivendo gli interventi di ottimizzazione e dimensionamento di una linea di assemblaggio di riduttori per generatori eolici.

L'argomento esposto e il "progetto pilota" trattato nella tesi è solo la parte iniziale di un disegno molto ambizioso, che accompagnerà l'azienda nei prossimi anni.

## **2 IL GRUPPO BONFIGLIOLI E LA BONFIGLIOLI TRASMITAL**

### *MEZZO SECOLO IN CONTINUA CRESCITA*

#### **2.1 Clementino Bonfiglioli**

Clementino Bonfiglioli nasce a Bologna nel 1928, orfano di madre, fin dalla nascita viene allevato dai nonni, mentre il padre emigra all'estero per rientrare solo dieci anni dopo. Purtroppo la guerra ne farà una vittima e Clementino rimane solo. Si impegna negli studi tecnici e si diploma presso l'Istituto Tecnico "Aldini Valeriani". Come disegnatore e collaudatore inizia a lavorare in importanti aziende bolognesi di ingranaggi, dove, ben presto capisce l'importanza dell'evoluzione che quel settore poteva avere grazie allo sviluppo di aziende di macchine automatiche nell'area bolognese. Decide di tentare l'avventura mettendosi in proprio: nasce così nel 1956 la "COSTRUZIONI MECCANICHE BONFIGLIOLI". L'esperienza maturata e l'intuito spingono Clementino a progettare e brevettare nuovi riduttori come quelli epicicloidali a 2 stadi che sarebbero diventati i prodotti di punta per i successivi 15 anni affermando e consolidando la BONFIGLIOLI RIDUTTORI.

#### **2.2 Le origini**

La Bonfiglioli Riduttori nasce il 16 aprile 1956 da un'idea imprenditoriale di Clementino Bonfiglioli, che mette così a frutto l'esperienza maturata nella progettazione e costruzione di ingranaggi e cambi di velocità per macchine agricole e motociclette (quali Ducati, Gilera a Moto Morini).

La prima denominazione è Costruzioni Meccaniche Bonfiglioli e per i primi anni la produzione si concentra sugli ingranaggi per il settore agricolo e per il settore motociclistico, allora trainanti il tessuto industriale bolognese.

Verso la metà degli anni '60 si verifica una profonda trasformazione nella realtà imprenditoriale locale: la crescita dell'industria delle macchine automatiche, porta la

città e la regione a diventare il più importante distretto mondiale del settore, definito oggi come “Packaging Valley”.

L’azienda percepisce immediatamente la grande opportunità che un’evoluzione così importante può offrirgli ed inizia a progettare e realizzare prodotti che in quel nuovo contesto diventano ben presto un punto di riferimento.

Viene ideato e brevettato un riduttore a due stadi epicicloidali il cui successo è tale da mantenersi inalterato per i quindici anni successivi.

### **2.3    *Il Gruppo Bonfiglioli si apre al mondo***

E’ dei *primi anni ottanta* la decisione dell’azienda di aprirsi al mercato internazionale, con la *creazione di una rete di vendita globale* articolata in filiali e distributori in Spagna, Francia, Inghilterra, Canada, Australia, Sud Africa e Germania.

Il successo e la fiducia del mercato per i prodotti Bonfiglioli porteranno ad aumentare il numero delle filiali e a trasformarle in veri e propri centri di assemblaggio e di produzione con una grande organizzazione di pre e post vendita operativa.

### **2.4    *Il Gruppo Bonfiglioli oggi***

Attualmente *il gruppo conta 10 stabilimenti produttivi e 16 filiali dirette nel mondo con oltre 2800 dipendenti*, ha due stabilimenti importanti in India e Vietnam, ed è leader nel mercato eolico mondiale con una share del 30%.

La filosofia che unisce i prodotti Bonfiglioli si basa su un preciso concetto: qualità e servizi per la soddisfazione del Cliente.

Il sistema di qualità aziendale degli stabilimenti Bonfiglioli è applicato sinergicamente dalle singole società per contribuire allo sviluppo sempre più elevato. Ciò si traduce in pratica in una gestione collegiale che segue in tutte le fasi procedure standardizzate secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000. Per Bonfiglioli questo è stato un profondo cambiamento che ha coinvolto tutti i livelli aziendali e che a richiesto investimenti adeguati e risorse umane. Con il raggiungimento delle certificazioni degli stabilimenti Bonfiglioli ha dimostrato di essere in grado di produrre e garantire la qualità in armonia con il proprio sistema operativo.



Bonfiglioli può vantare per le sue aziende il primato europeo di tre differenti enti di certificazione del sistema di qualità, riconosciuti internazionalmente e aderenti al Sincert: Det Norske Veritas Italia e TÜV.

Grande importanza riveste, per Bonfiglioli, la vicinanza alla Clientela che, oltre ad esprimersi con vari servizi di pre e post vendita, trova massima espressione nel servizio di e-business MOSAICO, che con i suoi servizi resi alla clientela risulta essere percepito come alto valore aggiunto.

## **2.5 *Bonfiglioli TRASMITAL***

La crescita dell'impresa prende poi ulteriore slancio grazie ad un attento ampliamento della gamma prodotto e ad importanti acquisizioni industriali tra cui, nel 1975, quella di TRASMITAL, azienda forlivese produttrice di riduttori epicicloidali destinati al mondo delle macchine per il movimento terra che permetterà a Bonfiglioli di diventare azienda leader del settore.

## **3            Lean Production: le origini e il pensiero**

### ***3.1    Le origini della filosofia***

La Lean Manufacturing nasce con Henry Ford e la sue linee di assemblaggio in movimento che divennero poi il modello su cui Toyota basò negli anni 40 il proprio sistema produttivo; “ linee di produzione in continuo movimento è un flusso continuo di materiale” che rappresenta poi anche l’ideale del TPS (Toyota Production System), da qui la prima idea dello spreco visto come un qualsiasi ostacolo che blocca o rallenta il flusso del materiale. L’azienda della Ford Motor Company di discostò da quella che era l’iniziale visione di Ford e nello stabilimento di Rouge, tra i più imponenti e produttivi dell’epoca, si instaurò come obbiettivo quello di ottenere quanti più esemplari possibili mantenendo le macchine sempre impegnate, ognuna lavorando al proprio tempo ciclo, incurante delle richieste degli altri processi a valle, con isole (catene di montaggio) tra loro scollegate che si riempivano di prodotti semilavorati in attesa di essere finiti o assemblati nelle fasi successive, generando così grandi giacenze di scorte e di magazzini, ma le fluttuazioni della domanda del mercato venivano assorbite da una produzione che forzava i prodotti finiti nella rete di venditori (produzione Push), detta produzione di massa, permettendo alla Ford di mantenere questo stile di produzione.

La Toyota invece era inizialmente limitata al Giappone che richiedeva piccole quantità di prodotti con grande variabilità e, non potendo godere delle infrastrutture di cui disponeva la Ford doveva comunque recuperare l’enorme divario dalle grandi compagnie americane e da qui, l’idea, di trovare una metodologia intenta a “fare di più con meno”, cioè di utilizzare le (poche) risorse disponibili presenti nel modo più produttivo possibile con l’obiettivo di incrementare drasticamente la produttività della fabbrica.

### ***3.2    Taiichi Ohno***

Taiichi Ohno fu colui che ebbe l’incarico di sanare tale divario e ci riuscì sviluppando il TPS il cui prezioso concetto alla base è improntato sul raggiungimento della qualità, e ogni linea automatica della Toyota veniva fermata quando questa mancava, ideando un sistema produttivo capace di rendere la linea di assemblaggio flessibile al cambio di

prodotti, minimizzando i tempi di setup e changeover, inserendo il sistema supermarket, il sistema Pull anziché Push, e dando importanza ai lavoratori che non venivano più considerati come semplice manovalanza ma resi partecipi e consapevoli del processo, anche con l'ausilio di incentivi quali posti di lavoro fissi, retribuzioni, diritti superiori a quelli riconosciuti in America ed Europa.

Taiichi Ohno nato a Dairen, Manciuria, Repubblica Popolare Cinese, il 29 febbraio 1912, ingegnere meccanico, era un dipendente della fabbrica di telai della famiglia Toyoda, nel 1939 passò al settore automobilistico, dove fece carriera fino a diventare membro del consiglio esecutivo. Tutt'oggi è considerato il padre del sistema di produzione attuato nell'azienda automobilistica Toyota: il Toyota Production System, noto in occidente come Lean Production (produzione snella) e basato su logiche gestionali quali la produzione "Pull" ed il "Just in time" come tecniche per soddisfare la domanda dei consumatori, con il minimo ritardo... Non si tratta tanto di una metodologia, ma piuttosto di una filosofia che si propone di produrre i beni ed i servizi ad ogni livello usando il minimo quantitativo di materiali, costi, tempi, spazi, risorse umane e finanziarie.

### **3.3 Fabbrica a 6 eri**

L'impegno costante di Taiichi era mirato alla riduzione degli sprechi (in giapponese: *muda*), ossia qualsiasi attività svolta da un'azienda che assorbe risorse, ma non crea valore per il cliente, coniando il concetto di fabbrica integrata che si identifica attraverso la "fabbrica a sei zeri":

- *Zero stock di magazzino*: con "stock" è indicato tutto ciò che rimane fermo in attesa di un evento, come una lavorazione successiva o la vendita di un prodotto finito, quindi zero scorte e zero immagazzinaggio.
- *Zero difetti*: i difetti rallentano la produzione, aumentando il Lead Time (*Appendice A1*) e i costi (determinati dalle eventuali riparazioni, trasporti, movimentazione o dai reclami).
- *Zero conflitti*: determinati da una progettazione imprecisa delle varie fasi che compongono il processo produttivo o anche da una tecnologia degli impianti

presenti inadeguata. Il raggiungimento di zero conflitti prevede eliminazione di quelle attività che non aggiungono valore:

- Attività che, pur modificando il prodotto, non sono riconosciute come valore aggiunto dal cliente finale (es. controllo e rifinitura della dentatura di un albero pignone per l'eliminazione di bave prodotte da inserti usurati).
- Attività aggiuntive per porre rimedio a fasi precedenti non ottimizzate (es. attivare controlli strutturali e dimensionali in diverse fasi del processo per accertare la qualità dei pezzi in lavorazione)
- Attività non necessarie (es. usare risorse per rimuovere i pezzi finiti dalla macchina e caricarli in appositi contenitori quando, sfruttando la forza di gravità è possibile automaticamente farli cadere in appositi recipienti)
- *Zero tempi morti di produzione:* si manifesta quando un operatore non svolge alcun lavoro, rimanendo in attesa per eventuali mancate consegne del materiale, dal prodotto da lavorare, al disegno da seguire, alle attrezzature mancanti a rotture del macchinario, manutenzioni straordinarie, ecc..
- *Zero tempi di attesa per il cliente.*
- *Zero burocrazie:* inteso come zero burocrazia cartacea e/o comunicazioni inutili.

### **3.4 Muda: i 7 sprechi**

La *sovraproduzione* rappresenta il ceppo dal quale si generano tutti gli sprechi come descritto in fig. 3.4.

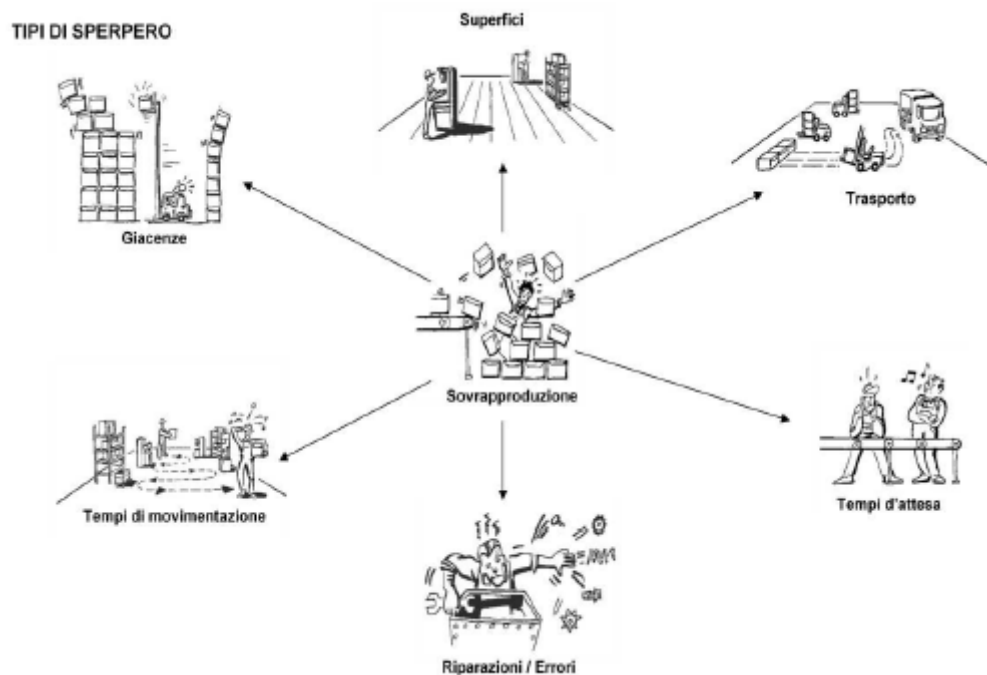


Figura 3.4: I 7 sprechi (Muda)

Si intende per sovrapproduzione una produzione superiore alle richieste, in qualsiasi fase del processo lavorativo. Spesso si tende a produrre più del necessario per sopperire ad eventuali imprevisti, fermi macchina, assenze del personale, o per non interrompere i cicli di lavoro ma questo ha per conseguenza un aggravio di costi determinato da rimanenze di prodotti invenduti, di stoccaggio di quantità di prodotti “non richiesti” con il conseguente “spreco” di spazio, oltre ai costi aggiunti dovuti al consumo di materie prime prima del necessario e di conseguenza necessita di una maggior forza lavoro, di un numero maggiore di macchinari, di più spazio per questi e per l’immagazzinamento delle merci in attesa, impegnando risorse come le movimentazioni e il personale addetto alle varie maestranze che fanno lievitare i costi amministrativi. Questo spreco è in genere tipico della produzione tradizionale a lotti dove la quantità di pezzi da produrre viene definita e pianificata indipendentemente dagli ordini ricevuti dai clienti. L’obiettivo è produrre solo lo stretto necessario evitando di produrre per il magazzino, in sostanza, produrre di più viene considerato negativo così come produrre meno.

Per il raggiungimento di questo obiettivo si possono identificare alcuni principali presupposti:

- *Pianificazione della produzione*: pianificare in modo preciso la quantità di prodotti a realizzare in funzione degli ordini ricevuti.
- *Flessibilità dei processi*: Impianti, operatori, codici, devono essere quanto più celeri nel cambio codice (utile per esempio le tecniche SMED)
- *Controllo e stabilità dei processi*: i risultati delle fasi e il loro svolgimento devono essere fluide, note, conosciute, ripetitive e stabili nel tempo.
- *Efficienza dell'organizzazione*: efficienza organizzativa, di gestione delle risorse umane, dei materiali, dei processi, delle fasi in ogni parte della produzione.

### **Trasporto**

Sono tutte quelle movimentazioni che vanno da un posto all'altro, da un reparto all'altro, che determinano un costo sia in risorse che in tempo, inoltre ogni volta che un prodotto viene movimentato rischia il danneggiamento, la perdita, ritardato nelle fasi lavorative o in uscita per la vendita, così il trasporto diventa un costo che non produce valore e devono, fin quanto possibile, essere ridotti al minimo indispensabile.

Fondamentalmente si può agire su due aspetti e intervenire su essi per ridurre le movimentazioni :

- 1) scovare il motivo per cui è necessario il trasporto, riducendo i vincoli che lo rendono necessario (ad esempio: modificando il lay-out della linea).
- 2) analizzare e ottimizzare il metodo del trasporto, in termini di frequenza, distanza da percorrere, tempo necessario, attrezzatura e procedura operativa.

### **Attese**

Si riferisce a tutti i tempi di attesa non strettamente necessari al ciclo di fabbricazione del prodotto, in pratica si tratta della differenza fra il tempo totale di attraversamento (Lead Time) del flusso produttivo di un bene e il suo tempo di fabbricazione.

Fra le cause più comuni si possono annoverare:

- errori di sincronizzazione delle fasi dei processi (lavorazioni),
- ritardo di arrivo dei materiali,

- code improvvisate,
- ritardi dovuti a guasti degli impianti,
- mancanza operatore,
- attese per attrezzaggio macchina,

Molto spesso questi tempi di attesa nascondono vari aspetti, talvolta interagenti, ad esempio:

- errori di progettazione delle linee o del prodotto
- mancanza di addestramento adeguato
- mancanza di controllo

Rimuovere tutte le cause che possono causare ritardi lungo il normale flusso produttivo può essere difficile e costoso. Va anche considerato che ogni unità di prodotto in attesa nel ciclo produttivo equivale ad un costo immobilizzato e spesso genera inefficienza del processo.

In conclusione deve essere fatta una attenta valutazione dei tempi di attesa dei prodotti/materiali, possibilmente traducendoli in costi in modo tale da poter fissare un obiettivo raggiungibile e stabilire una strategia per inseguirlo.

## **Scorte**

Le scorte, siano esse in forma di materie prime, di materiale in lavorazione (WIP), o di prodotti finiti, rappresentano un capitale che non ha ancora prodotto un guadagno sia per il produttore che per il cliente. La presenza di pezzi/materiali nel processo genera una quantità di "valore intrappolato" nel processo (Working Capital) proporzionale alla numerosità dei pezzi e funzione dello stato di avanzamento nel flusso produttivo stesso.

L'obiettivo è quindi quello di ridurre al minimo possibile la scorta di materie prime, semilavorati e prodotti finiti in modo tale da minimizzare il capitale fermo.

È un'operazione difficoltosa in quanto spesso implica una riorganizzazione aziendale che talvolta coinvolge anche protagonisti esterni (ad esempio è possibile che si debba ridiscutere con un fornitore la quantità minima di un dato materiale da consegnarci).

## **Movimento**

Apparentemente la movimentazione potrebbe apparire la stessa cosa del trasporto ma in questo caso parliamo di movimentazione all'interno del ciclo di lavorazione differente da quanto detto sopra.

In altri termini si parla di trasporto quando si tratta del trasferimento di un pezzo/materiale da un area (work station, reparto, linea) ad un'altra area, di movimentazione quando tale trasferimento avviene all'interno del medesimo ciclo di lavorazione in una postazione definita.

Rientrano quindi in questa categoria tutti gli spostamenti eseguiti sia dall'operatore sia dal prodotto in un ciclo di lavorazione.

L'obiettivo è quello di minimizzare le movimentazioni necessarie (uomo, macchina, prodotto) all'interno del ciclo di lavorazione, in taluni casi ottenendo anche un miglioramento di produttività.

## **Difetti**

In questo caso lo scarto è inteso come la realizzazione di un pezzo non-conforme alle specifiche e in alcuni casi il rigetto da parte del cliente finale.

Nella filosofia Lean viene ritenuto spreco la realizzazione di un pezzo difettoso sia esso scarto o che necessiti di lavorazioni aggiuntive, ri-lavorazioni, rispetto allo standard.

Non sempre è semplice individuare e risolvere tutti i problemi che possono dare luogo a scarti e pezzi difettosi, ma è innegabile che scarti, lavorazioni aggiuntive e rilavorazioni costituiscano una parte rilevante nella struttura dei costi.

Deve essere analizzato il pezzo da produrre in tutte le sue caratteristiche, coinvolgendo, se necessario, anche enti esterni alla produzione con lo scopo di minimizzare le opportunità di difetto intrinseche al pezzo.

Il cliente finale inoltre potrebbe essere direttamente coinvolto da questa difettosità, ricevendo pezzi non conformi e quindi provocando ritorni dal mercato.



### Processi inutilmente costosi

Usare risorse più costose del necessario per le attività produttive o aggiungere funzioni in più, oltre a quelle che aveva originariamente richiesto il cliente, produce solo sprechi. C'è un particolare problema in tal senso che riguarda gli operatori. Gli operatori che possiedono una qualifica superiore a quella necessaria per realizzare le attività richieste, generano dei costi per mantenere le competenze sprecate nella realizzazione di attività meno qualificate.

Altri sprechi dovuti al processo sono: bassa performance degli impianti, eccessiva variabilità dei parametri di processo, eccessiva variabilità dei materiali, attrezzature o strumenti inadeguati.

In conclusione è di fondamentale importanza il costante monitoraggio, analisi e miglioramento del processo per garantirne la stabilità e la ripetitività nel tempo.

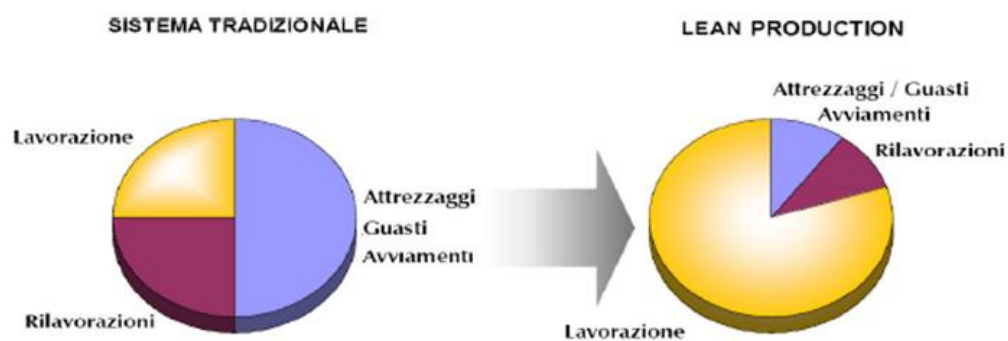


Figura 3.4: risultati caccia agli sprechi

Fonte:copiato da newsletter Lean Production

### 3.5 *Muri e Mura*

Taiichi Ohno individuò altri due tipi di spreco diversi dai canonici sopra descritti e meno evidenti, chiamati Mura (irregolarità) e Muri (sovraccarico):

- ***Muri:*** è il termine che indica il sovraccarico delle persone o delle risorse. Il sovraccarico per le persone può provocare, a lungo termine, la possibilità di infortuni o malattie professionali, dovuti agli sforzi eccessivi a cui sono sottoposti i lavoratori. A breve termine invece le conseguenze del sovraccarico si possono presentare come strappi muscolari, contusioni o simili. L'effetto è l'assenza dal lavoro per periodi più o meno lunghi da parte dei lavoratori e insoddisfazione generale del personale. Analogamente lo sfruttamento eccessivo dei macchinari può portare, a lungo termine, ad una usura accelerata, a rotture con conseguente stop della produzione per la manutenzione e per la riparazione, o addirittura si può presentare la necessità di cambiare macchinario. Ragionando a lungo termine il piccolo beneficio che si può ottenere a breve termine sovraccaricando personale e risorse si trasforma in spreco di tempo e denaro. L'obiettivo è quindi quello di organizzare il lavoro in modo corretto, ma anche quello di applicare tutti quegli accorgimenti che possono ridurre il carico di lavoro senza diminuire la produttività.

- ***Mura:*** indica le fluttuazioni, variazione, irregolarità del carico del lavoro (della domanda). Tali fluttuazioni portano a fasi in cui vi è un sovraccarico di lavoro (muri) e ad altre fasi in cui la forza lavoro e i macchinari risultano sovradimensionati. Il flusso produttivo ne risulta disturbato. La causa di tali fluttuazioni è la *non standardizzazione della domanda* attraverso l'utilizzo dei metodi che servono per appiattire i picchi e le valli.

## 4 Lean Production: Obiettivi, Principi, Strumenti

### *Prefazione*

Il termine “Lean production” (produzione snella) rappresenta oggi, l’evoluzione del modello Toyota, fondata sul Lean Thinking (pensare snello); più che una innovativa metodologia produttiva, è un modo di ragionare e di competere alternativo nei processi aziendali moderni rispetto a quelli tradizionali.

Il fine è di ottimizzare il tempo, le risorse umane, le attività, la produttività, tramite la continua ricerca del miglioramento del livello qualitativo dei prodotti e dei servizi.

Il suo obiettivo principe è la soddisfazione del singolo cliente, ottenibile attraverso la differenziazione dei prodotti, l’eliminazione di sprechi e delle inefficienze e la capacità di coinvolgere il personale a tutti i livelli uniti nell’approntare la più efficiente flessibilità degli impianti in ogni fase del ciclo; dagli operatori che svolgono il lavoro fisico, agli uffici tecnici, alla progettazione e sviluppo, a tutta la catena di approvvigionamento (Supply Chain Management) fino al rapporto con i fornitori.

Il moderno contesto industriale vede le imprese soggette a clienti sempre più esigenti e preparati, in tale scenario, le imprese non possono più lavorare in maniera rigida e statica come nella produzione di massa, produzioni in serie e su larga scala di Ford, Taylor, e seppur questi son mossi dagli stessi obiettivi, sono proprio i principi e gli strumenti che, dove e come sono applicati, cambiano completamente il modo di operare e la loro manifestazione.

La Lean production descrive quindi una filosofia che incorpora un insieme di *principi* da perseguire, di *strumenti* e tecniche da adottare atti al raggiungimento dell’*obiettivo*

### **4.1 Obiettivo**

L’obiettivo principale di una Lean Production è la *soddisfazione del cliente*, ottenibile tramite:

1. un sempre più elevato *Livello di Servizio* offerto al cliente. (La concezione tradizionale di buon servizio spesso si sposava con l’idea di “scorta di sicurezza” e di “pronta consegna” attuate mediante elevati livelli di stock dannosi, non solo

per l' incremento dei costi, ma perché generano problematiche non sempre possibili da eliminare in quanto nascoste dal processo).

2. *Qualità* dei prodotti.
3. Riduzione dei *Costi*.

È bene sottolineare, che la Lean non vede l'incremento di valore del prodotto tramite un aumento delle attività produttive bensì mira ad eliminare o sostituire quelle componenti di spreco con altre in grado di generare vantaggio economico e competitivo.(Fig. 4.1)

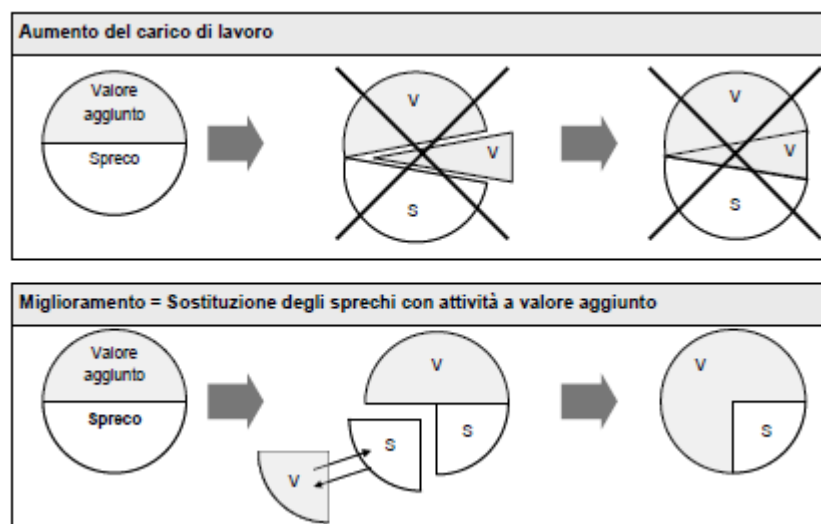


Fig 4.1: Migliorare significa sostituire gli sprechi

## 4.2 *Principi*

1. Focus sul cliente e sul flusso di valore (Value Stream)
2. Eliminazione degli sprechi (Muda)
3. Miglioramento continuo (Kaizen)

Tutto si concentra sulle esigenze del cliente, dando attenzione a quelle che sono le sue necessità, le sue attese e il significato e la comprensione di quello che il cliente identifica come valore, pertanto, note queste informazioni saranno selezionate soltanto

quelle attività che il cliente riconosce come “valore aggiunto” eliminando gli sprechi (muda) attraverso il processo di miglioramento continuo (Kaizen) per il raggiungimento dell’*obiettivo*; tale sistema potrà essere considerato “snello” solo quando al suo interno tutti i materiali si muoveranno secondo un flusso il più possibile continuo, senza sprechi, passando attraverso processi che ne accresceranno il valore.

### **4.3 Strumenti**

Tra gli strumenti di base che meglio supportano l’intervento Lean nelle imprese, ci sono:

- Just in time
- Cellular manufacturing
- Kanban
- Jidoka
- Value stream mapping
- SMED
- Takt time
- Heijunka
- Total Productive Maintenance
- FMEA
- 5S
- Poka-Yoke
- Kaizen
- One piece flow
- Visual control

Spesso la metodologia di miglioramento continuo e i principi della Lean Production sono affiancati, combinando i benefici, alle tecniche di:

- Problem Solving e workshop team
- Diagramma di Pareto

- Analisi 4M
- Metodo dei 5 Perché
- PDCA
- Creatività e inventiva

#### **4.3.1 Just In Time (JIT)**

Il just in Time, espressione inglese che significa “appena in tempo”, è uno strumento che consente di evitare di produrre prodotti finiti per il magazzino in attesa di essere venduti (tipico del sistema Push) mentre si preoccupa solo di ciò che è stato venduto o che si prevede di vendere nell'imminente (sistema Pull). Una produzione è programmata in just in time quando la consistenza dei magazzini di acquisto, di trasformazione e di uscita e vendita sono ridotte al minimo indispensabile, di norma, ad un giorno. Rappresenta una politica di gestione tesa a migliorare il processo produttivo ottimizzando le fasi a monte, alleggerendo al massimo le scorte di materie prime e di semilavorati necessari alla produzione e di eliminare, per quanto possibile, tutte le scorte intermedie. Il Just in time è un connubio tra elementi di affidabilità, riduzione delle scorte e del lead time, ad un aumento della qualità e del servizio al cliente riducendo i costi di immagazzinaggio e gestione delle scorte. Oggi, pensare snello significa al tempo stesso pensare in JIT, inteso ormai più come un sistema di gestione che come strumento da applicare.

Idea base del JIT è il noto enunciato “*Produrre il tipo di pezzi che servono, per il momento in cui servono e nella quantità in cui servono*”<sup>1</sup> che ha per scopo, l'aumento degli utili attraverso la riduzione dei costi eliminando tutto ciò che è superfluo.

Il “costo” non è unicamente riferito a quello produttivo, ma viene esteso ad ogni livello, dall'amministrativo, al finanziario, a quello di vendita, con lo scopo di migliorare, congiuntamente, il controllo della qualità e della quantità nel rispetto dell'uomo.

L'obiettivo “*solo ciò che occorre, solo quando occorre*” rivoluziona tutto l'ambito aziendale; la programmazione centrale di produzione di Taylor in cui le varie fasi del processo produttivo seguono il metodo in cui la fase a monte fornisce i pezzi alla fase a

---

<sup>1</sup> Yasushiro Monden “Produzione Just- in -Time. Come si progetta e si realizza” –Isedi Petrini editore 1991

valle, viene sostituita da una chiamata periferica, ossia è la fase a valle che prelevando i pezzi dalla fase a monte genera il flusso e la cadenza.

Il JIT può essere descritto come un processo produttivo diviso in fasi, alla fine di ogni fase vi è un recipiente pieno con il suo Kanban, quando questo si svuota è perché la fase successiva ha utilizzato il materiale contenuto; Il recipiente vuoto verrà portato alla stazione precedente che si occuperà di sostituire quello vuoto con uno pieno. Il passaggio delle informazioni è gestito da quello che è il più caratteristico degli strumenti del JIT; il Kanban (Paragrafo 4.3.3.)

#### ***4.3.2 Cellular Manufacturing***

La cella è un'unità di lavoro ben definita e delimitata, tipicamente da 3 a 12 addetti, dalle 5 alle 15 stazioni di lavoro. La cella ideale permette di produrre il più alto numero di prodotti simili, contenendo tutte le attrezzature, impianti e risorse umane necessarie allo scopo.

Mentre la produzione tradizionale è organizzata per reparto in cui le macchine sono raggruppate per lavorazioni omogenee (es. reparto fresatura, reparto tornitura, reparto rettificazione, tipico delle aree d'officina), cellular manufacturing opera come una serie di "stabilimenti nello stabilimento" in cui ogni cella esegue tutte le operazioni necessarie per trasformare la materia prima in prodotto finito per la cella successiva. In pratica, un sistema in serie di aree di lavoro nelle quali sono realizzate tutte le operazioni per produrre una famiglia di prodotti.

Solitamente le organizzazioni sono strutturate attraverso layout o reparti funzionali. Il prodotto da realizzare transita, in questo modo, attraverso vari reparti, formando code all'entrata di ogni reparto. Spesso però, le distanze fra i reparti, non sono sempre facili da ottimizzare e di conseguenza la comunicazione e il coordinamento fra i reparti stessi. Attraverso questo tipo di produzione si ottengono vantaggi così riassumibili:

- aumento della produttività;
- aumento della velocità di attraversamento, riduzione dei Lead Time;
- aumento della qualità dei prodotti;
- semplificazione della programmazione, controllo produzione e riduzione scorte;

- miglior uso della contabilità per attività (ABC)<sup>2</sup>;
- aumento del coordinamento e comunicazione.

### 4.3.3 Kanban

Il Kanban, dal giapponese “cartellino” è una scheda fisica o virtuale che porta l’informazione alle lavorazioni a monte, controllando la quantità da produrre in ciascuna fase di produzione. Permette la sincronizzazione del flusso dei prodotti fra le celle, riducendo le scorte fra le isole e il lead time totale.

Nel sistema “pull” i magazzini di materie prime e prodotti finiti non sono più necessari, mentre i magazzini semilavorati lasciano il posto a piccoli polmoni: ogni centro di lavorazione è dotato di un punto di stoccaggio in uscita e un punto di stoccaggio in entrata (fig.4.3).

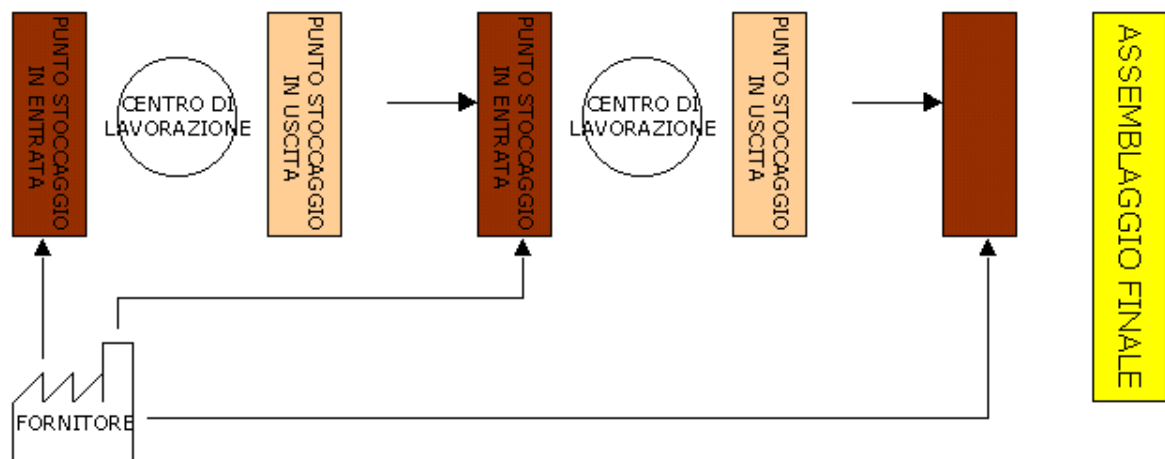


Fig.4.3: Layout di un sistema Push

Fonte:www.chiarini.it

### Regole del KANBAN

---

<sup>2</sup> Activity Based Costing (ABC) è un metodo di analisi economica dei costi di un'industria o impresa che fornisce dati sull'effettiva incidenza dei costi associati a ciascun prodotto e ciascun servizio venduto dalla ditta, a prescindere da quale sia la sua struttura organizzativa.



1. La fase di lavoro a valle deve prelevare presso la fase di lavoro a monte i pezzi necessari nella quantità necessaria e nel momento giusto.
2. Le fasi di lavoro a monte devono realizzare i loro prodotti nelle quantità che verranno ritirate dalle fasi a valle.
3. I pezzi difettosi non devono mai essere fatti avanzare verso le fasi a valle.
4. Il numero di kanban deve essere ridotto al minimo.
5. Il kanban deve essere impiegato per l'adeguamento alle piccole fluttuazioni della domanda.

Vi sono due tipi:

- *Kanban prelievo*: autorizza il trasporto di materiale verso un processo a valle; spesso questo *kanban* ha due forme: *kanban interno*, se il prelievo avviene da un processo interno all'azienda, *kanban fornitore*, se il prelievo avviene presso un fornitore esterno.
- *Kanban di produzione*: fornisce le informazioni al reparto a monte per la produzione di materiale utilizzato dal reparto a valle; normalmente un *kanban* di produzione corrisponde ad un contenitore del codice di riferimento e ne specifica tipo e quantità da rifornire al processo a valle.

#### **4.3.4 Jidoka**

*Ji-Do-Ka*: una parola giapponese che significa automazione.

La parola, utilizzata nel Toyota Production System (TPS) significa dotare ogni macchina di un sistema e formare ogni lavoratore in modo da poter fermare il processo produttivo al primo segnale di una qualche condizione anomala.

Se si scopre un difetto o un malfunzionamento, il macchinario si deve *fermare in automatico* e i singoli operatori devono immediatamente *correggere il problema*, interrompendo il flusso produttivo.

Questo modo di fare permette di "costruire la Qualità" ad ogni stadio del nostro processo separando uomini e macchine per ottenere un lavoro più efficiente da parte di entrambi.

Le cause più comuni che portano ad avere difetti sono:

- Procedure operative inappropriate.
- Eccessiva variabilità nel modo di fare le cose.
- Materiali difettosi.
- Errori umani o mal funzionamenti delle macchine.

Secondo questi principi, un operatore viene formato per esercitare il *pieno controllo sulla linea produttiva* che gli viene affidata e per fermarla se si verifica qualcosa che non funziona. Tipicamente questo "qualcosa" può essere:

- Un problema qualitativo.
- Un problema relativo agli strumenti utilizzati.
- Un problema di salute o sicurezza.
- La mancanza di pezzi o, al contrario, una sovrapproduzione.

Il primo carattere, "ji" si riferisce al lavoratore. Se egli si accorge che "*qualcosa non va*" o che "*sta contribuendo a creare un difetto*", deve fermare la linea.

"Do" si riferisce al movimento e al lavoro mentre "ka" corrisponde al nostro al suffisso "-zione".

Preso nel suo insieme, "jidoka" è stato definito da Toyota come *automazione con un tocco umano* e implica la presenza contemporanea di operatori intelligenti e formati e di macchine in grado di bloccarsi al minimo segnale di criticità perché siano prese le apposite contromisure.

Riassumendo "jidoka" significa né più, né meno che autorizzare l'operatore a fermare la produzione in modo da non inviare pezzi difettosi alla stazione di produzione successiva.

Questo modo di *fare riduce enormemente i difetti e gli scarti*.

Ma "jidoka" significa anche *capire la cause che hanno scatenato un problema* e prendere le opportune misure perché la situazione non si verifichi più. E questo non è altro che il famoso *ciclo continuo del miglioramento*.

"Jidoka", infatti, è uno dei pilastri che reggono il Toyota Production System. Senza il jidoka l'intero "tempio" della lean production è destinato a crollare, e le aziende che

ne ignorano il concetto, sono destinate a non cogliere i benefici attesi da un flusso snello e a perdere tutti i vantaggi competitivi forniti dalla produzione snella.

Il pilastro del "jidoka" è spesso etichettato con la frase "*ferma e rispondi ad ogni anomalia*". Questa frase va molto al di là della semplice azione di fermare la linea, è importante che in ogni processo ci siano delle persone o degli automatismi in grado di bloccare autonomamente la linea produttiva quando qualcosa non funziona.

Lo scopo di questo modo di fare è quello di *liberare i macchinari dalla necessità di una supervisione costante* da parte degli operatori e di separare macchine e persone per permettere ai lavoratori di controllare contemporaneamente più stazioni produttive.

"Jidoka" è un concetto molto importante per tutti quelli che vogliono imparare a pensare snello perché fa aumentare in maniera esponenziale *l'importanza di fare le cose bene da subito*, evitando le difettosità.

### **I vantaggi dello Jidoka**

La Qualità costruita e garantita direttamente sulla linea produttiva è certamente più efficace e meno costosa di una Qualità garantita con i test, i continui controlli e il trattamento dei problemi dopo che questi si sono verificati.

Lo strumento "jidoka" ci aiuta ad intercettare i problemi sul nascere, evitando che si trasformino in difetti e intervenendo da subito localizzandoli, isolandoli e creando le condizioni perché non si ripresentino in futuro.

Dato che la linea è fermata ogni volta che si manifesta un difetto, le ispezioni diffuse e i controlli di ogni singolo pezzo diventano inutili. E' possibile, così, gestire più linee con meno personale e aumentare in maniera corposa la produzione.

Alcuni vantaggi che derivano dall'applicazione del "jidoka" sono:

- Evitare il diffondersi di *cattive pratiche*.
- *Nessun prodotto difettoso*.
- Aggiungere *un tocco di umanità* alle macchine.
- Minimizzare la *qualità scarsa*.
- Rendere i processi più *dipendenti dai criteri che abbiamo stabilito*.
- Identificare i problemi in modo che il *Kaizen* possa migliorare certe situazioni.

- Dare agli operatori la *responsabilità* e l'autorità necessarie per fermare le linee produttive.
- Prevenire i guasti.
- *Prodotti di qualità* e miglioramenti nella produttività.

In Toyota “jidoka” significa *rendere i processi privi di difetti continuando ad agire su tre fronti*:

- Il potenziale dei processi
- Il contenimento (i difetti sono prontamente identificati e segregati.)
- Il feedback (per prendere le opportune contromisure.)

Una volta che una linea viene interrotta, il supervisore o una persona incaricata di risolvere i problemi legati a un certo macchinario, presta immediata attenzione al problema che l'operatore o la macchina ha riscontrato e segnalato. Per completare l'utilizzo dello strumento jidoka, però, non ci si deve limitare a correggere il difetto ma occorre avviare tutti quei cambiamenti che si rendono necessari per non ritrovarsi lo stesso problema in futuro.

#### **4.3.5 Value Stream Mapping**

*Value Stream Mapping*<sup>3</sup> significa identificare il flusso di valore mediante la mappatura dei flussi; il valore per un dato prodotto deriva dall'intera gamma di attività necessarie per trasformare le materie prime in prodotto finito; l'analisi del flusso di valore mette sempre in evidenza grandi quantità di spreco attraverso la classificazione delle attività in tre categorie:

1. Attività che creano valore: tutte quelle che trasformano il prodotto in modo che il cliente è disposto a pagare;
2. Attività che non creano valore, ma necessarie: quelle che non aggiungono valore al cliente, ma non sono al momento eliminabili;

---

<sup>3</sup> *Lean Manufacturing – Manuale per progettare e realizzare un'azienda snella*, Claudio Donini, FrancoAngeli, 2007

3. Attività che non creano valore e non necessarie: sono quelle operazioni che non aggiungono valore e possono essere eliminate da subito, come ad esempio, le attese.

La mappatura dei flussi (*value stream mapping*) è uno strumento “carta e penna”, che aiuta a vedere e a capire quali sono i processi che determinano il valore per il cliente e consente di individuare gli sprechi lungo tutta la catena. Si tratta in pratica di descrivere unitariamente i flussi di materiale e informazioni concernenti il particolare sotto esame, per fotografare la situazione di un prodotto, partendo direttamente dal fornitore, passando per tutta la catena di montaggio fino alla consegna del prodotto finito<sup>4</sup>.

La mappatura del flusso di valore, utilizza regole che hanno la finalità di essere comprese da tutto il personale, anche se tuttavia non esiste una standardizzazione dei simboli.

Con l’analisi dei flussi si può capire in modo concreto e preciso quali siano gli sprechi ed eliminarli uno ad uno. Per poi creare una nuova mappa perfezionata e maggiormente efficiente.

Il Value Stream Mapping si basa su una filosofia di continuo miglioramento che tende ad un lead time talmente ridotto, tale da attivare il processo produttivo soltanto quando si ha la richiesta da parte del cliente e questo è possibile attraverso tempi di set-up bassissimi. L’analisi continua del processo permette, partendo da un progetto di miglioramento VSM di perfezionare nel tempo la VSM stessa e di eliminare tutto ciò che non rappresenta valore aggiunto al prodotto finito.

La mappatura del flusso di valore si può ottenere soltanto rimanendo a strettissimo contatto con la catena per vedere e creare una vera e propria mappa che comprende la mappatura del flusso dei materiali e quella del flusso di informazioni. Con l’analisi dei flussi si può capire in modo concreto e preciso quali siano gli sprechi ed eliminarli, per poi creare una nuova mappa perfezionata e maggiormente efficiente (VSM futura).

Il VSM è un punto chiave del processo di Lean Manufacturing inserito e perfettamente integrato.

---

<sup>4</sup> *Learning to see* – Mike Rother e John Shook, The Lean Enterprise Institute, 1999

#### 4.3.6 SMED

La sigla SMED<sup>5</sup> significa Single Minute Exchange of Die (attrezzaggio in un tempo inferiore ai dieci minuti, cioè in un numero di minuti espresso da una sola cifra). Si tratta di un metodo organizzativo che cerca di ridurre in modo sistematico il tempo di attrezzaggio.

Perché è così importante ridurre il tempo di messa a punto a meno di 10 minuti? In una produzione diversificata con lotti di dimensioni ridotte, non appena un'operazione inizia a prendere slancio, la produzione deve passare ad un nuovo diverso lotto ed a una nuova messa a punto. Se una messa a punto da quattro ore può essere ridotta a tre minuti o a nulla, allora il problema dei lotti ridotti sparisce e potremmo produrre in modo ottimale lotti da uno.

Tale metodo distingue tra:

- *Attività di attrezzaggio esterno* (Outside Exchange od Die): operazioni che si possono effettuare con la macchina in funzione (preparazione attrezzi, posizionamenti,...)
- *Attività di attrezzaggio interno* (Inside Exchange od Die): operazioni che richiedono l'arresto della macchina.

Lo scopo è di minimizzare i fermi macchina e quindi le operazioni di attrezzaggio interno.

I *quattro passi* per implementare la tecnica SMED sono:

1. Eliminare le operazioni inutili e convertire le attività di tipo interno in esterne. In questa fase occorre distinguere ciò che deve essere necessariamente effettuato a macchina ferma (attività di attrezzaggio interno) da ciò che può essere eseguito sulla macchina in funzione, cioè prima del cambio utensile (attività di attrezzaggio esterno). Bisogna porsi la domanda se ciò che viene eseguito a macchina ferma può essere anche fatto con la macchina in funzione, e quindi convertire le attività di attrezzaggio interno in attività di attrezzaggio esterno.

---

<sup>5</sup> Vedere Appendice A3 economic manufacturing quantity

Esempio: il bloccaggio di un pezzo non viene più eseguito direttamente sulla macchina, ma su un attrezzo porta-pezzo movibile montato sulla macchina.

2. Semplificare i bloccaggi. E' possibile sostituire l'utilizzo della vite con l'utilizzo di morsetti funzionali, più rapidi e adattabili. La standardizzazione degli utensili è molto utile ai fini della riduzione dei tempi di serraggio.
3. Lavorare a gruppi. Lavorando a gruppi si suddividono i compiti in modo da poterli svolgere parallelamente e quindi con un risparmio in termini di tempo. Non è però sempre vantaggioso aumentare il numero di addetti alla macchina poiché potrebbero ostacolarsi a vicenda, ma è in ogni caso opportuno avere a disposizione una persona qualificata che si può rendere disponibile in caso di necessità.
4. Eliminare aggiustaggi e controlli. Stabilire procedure e standardizzare permette di ridurre la necessità di controlli: quanto più correttamente si è agito a monte, tanto meno sarà necessario intervenire a valle. Anche il ricorso a meccanismi poka-yoke (paragrafo 4.3.13) può essere utile.

Seguendo queste quattro fasi, registrando i progressi di ciascuna e proponendo obiettivi sempre più ambiziosi, si otterranno notevoli vantaggi in termini di tempo utile e rendimento.

#### **4.3.7 Takt Time**

Il *takt time* è la velocità alla quale le parti devono essere prodotte per soddisfare la domanda; significa cioè produrre con lo stesso takt con il quale il cliente richiede i prodotti. E' una sorta di “battito cardiaco” dell'azienda: la cadenza fissa funge da regolatore per la produzione così come per tutti i processi ad essa collegati.

Il lavoro in takt rappresenta la base per un processo produttivo standardizzato e ciclico. Il processo assegnato per ogni stazione di lavoro, descritto nella cartella di lavoro, deve essere completato all'interno della stazione stessa e nel rispetto del takt time. In un sistema cadenzato questo principio, si applica a tutte le stazioni di lavoro.

In questo modo si migliora l'ergonomia (il rapporto tra uomo, macchina e ambiente), si riducono i tempi di attraversamento, si evitano le interferenze durante il processo produttivo e si evidenziano maggiormente gli sprechi.

Attraverso il lavoro a ciclo e l'introduzione di standard di processo, prodotto, attrezzature e infrastrutture si creano le basi per il lavoro in takt.

Sviluppare, progettare e produrre in takt sin dall'inizio è premessa per l'aumento di qualità e produttività.

In un sistema snello la produzione deve avvenire al ritmo del mercato per evitare, da un lato, la sovrapproduzione, con la conseguente creazione di scorte e dall'altro lato, la sottoproduzione, che ha come conseguenza l'impossibilità di soddisfare le richieste del cliente.

Per calcolare il *takt time* (Tt) è necessario:

- a) definire l'orizzonte temporale<sup>6</sup>
- b) determinare il volume di vendita previsto nel periodo;
- c) determinare il tempo lavorativo a disposizione;
- d) calcolare il Tt come rapporto tra il valore determinato al punto c) e quello determinato al punto b).

$$Takt\ Time\ (Tt) = \frac{(Tempo\ Totale\ Disponibile / giorno / settimana..)}{(Richiesta\ Cliente / giorno / settimana..)}$$

Il Takt Time non è da confondere con il Cycle Time (Il Tempo Ciclo Manuale Totale), che è il tempo lavorativo manuale necessario al completamento del processo analizzato. Dalla conoscenza di entrambi si ricava un importante parametro della cella/processo:

$$N^{\circ}Operatori = \frac{Tempo\ Ciclo\ Manuale\ Totale}{Takt\ Time}$$

---

<sup>6</sup> Orizzonte temporale, ovvero il numero di giorni/settimane/mesi.. futuri che si vuole considerare per la valutazione del Tt;



1. Stabilire il takt time per la cella.
2. Determinare la dotazione ottimale di personale per la cella utilizzando il calcolo del tempo di ciclo manuale totale se l'effettiva dotazione di personale nella cella è superiore alla dotazione ottimale calcolata, allora la produzione è instabile a causa delle fermate sulla linea. Occorre pertanto effettuare un'analisi dei vincoli per capire e rimuovere le cause dei fermi. Se, invece, l'effettiva dotazione di personale nella cella è pari alla dotazione ottimale calcolata, la produzione è stabile e occorre ridurre il tempo di ciclo manuale totale della cella.
3. Verificare i risultati per garantire stabilità di processo.
4. Mantenere i traguardi raggiunti mediante la standardizzazione (es. procedure, istruzioni, cicli, etc.)

#### **4.3.8 Heijunka**

L'*Heijunka* consiste nel:

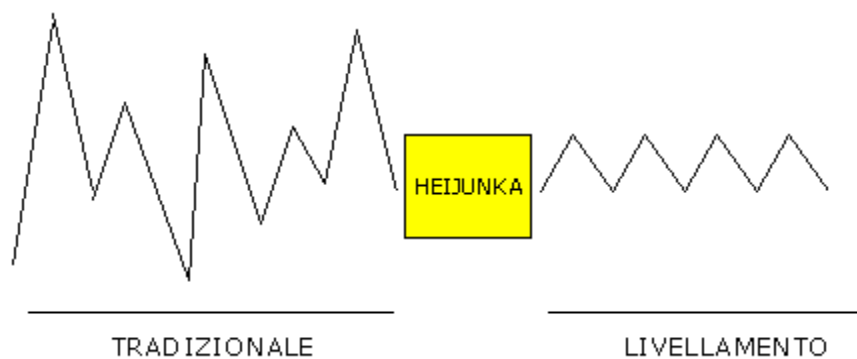
- *Polverizzare il più possibile i lotti di produzione, anche se vi fosse la possibilità di aggregarli.*
- *Mantenere costante il volume totale prodotto.*

Di conseguenza, tale sistema guarda ad un orizzonte vicino, accumula i fabbisogni dei vari articoli e ne deduce le percentuali di vendita, pianifica una sequenza di piccoli lotti standard che ripete con una frequenza proporzionale alle vendite, modifica costantemente le frequenze dei vari articoli a seconda dell'andamento delle vendite, rivede periodicamente i volumi totali di vendita e regola di conseguenza l'output totale della linea.

Possiamo intendere Heijunka come il livellamento di produzione che equilibra il carico di lavoro all'interno della cella produttiva minimizzando le fluttuazioni di fornitura.

I due elementi principali per la pianificazione della produzione Heijunka sono il livellamento del:

- *Volume di produzione*: è la distribuzione uniforme della produzione su un dato periodo di tempo.
- *Mix di produzione*: è la distribuzione uniforme della varietà di produzione su un dato periodo di tempo.



Heijunka riguarda anche il controllo di produzione assicurando la distribuzione uniforme di manodopera, materiali e movimenti, ed equilibrando il carico di lavoro all'interno della cella.

#### **Vantaggi Heijunka:**

- *Tempi di consegna*: i piccoli lotti e la distribuzione equilibrata nel tempo non privilegiano articoli particolari e tutti tendono ad avere lo stesso tempo di consegna;
- *Magazzino*: i piccoli lotti vengono consumati in tempi brevi e reintegrati solo quando necessario da altri piccoli lotti. I magazzini sono bassi o non esistono;
- *Risorse a monte*: i piccoli lotti richiedono poco materiale per volta e la loro distribuzione nel tempo consente un agevole ripristino del supermarket;
- *Assorbimento picchi di mercato*: il livellamento del mix di prodotto consente, sul breve termine, di assorbire agevolmente fabbisogni improvvisi;
- *Centri di lavoro specializzati*: il livellamento dei piccoli lotti offre ai centri di lavoro 2 grandi vantaggi: a) la loro attività è costante e la velocità dipende dalla

percentuale di utilizzo del semilavorato sulla linea; b) la loro capacità può essere dimensionata sul reale fabbisogno del semilavorato e non sulla massima velocità della linea;

- *mancanza del materiale*: qualora mancasse il materiale solo particolari modelli ne verrebbero coinvolti e il lavoro potrebbe continuare sugli altri.

#### **4.3.9 TPM: Total Productive Maintenance**

Le 5s rappresentano lo step preliminare per l'applicazione della "Manutenzione Autonoma" (TPM), e come vedremo in seguito, hanno una diretta influenza sulla corretta gestione della manutenzione in un'azienda moderna. Infatti, garantendo un ambiente pulito e ordinato e la possibilità di individuare immediatamente la posizione degli oggetti, porta a sensibili riduzioni dei tempi per gli interventi di manutenzione.

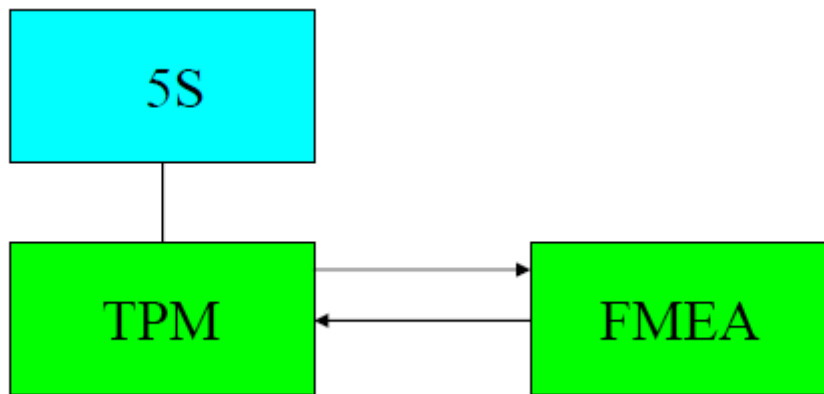
La tecnica del Total Productive Maintenance è una filosofia che considera in modo innovativo la manutenzione d'impianti ed attrezzature. Lo scopo della TPM è incrementare la produzione e, allo stesso tempo, migliorare il morale e la soddisfazione dei dipendenti.

La tecnica TPM richiama il Total Quality Management (TQM) in molti aspetti, quali:

- È richiesto l'impegno e il supporto del top management.
- I dipendenti devono essere responsabilizzati (compiere essi stessi azioni correttive) e motivati.
- Un'ottica di lungo periodo deve essere adottata in quanto l'implementazione della TPM richiede più di un anno.

Lo stesso TPM per poter essere correttamente applicato necessita di una metodologia che permetta di individuare gli aspetti critici di una macchina, i guasti che si possono verificare e i conseguenti effetti a cui tali guasti possono portare. A questo scopo a supporto del TPM viene utilizzata la tecnica FMEA (descritta nel paragrafo 4.3.10.)

In definitiva possiamo dire che le 5S rappresentano il requisito preliminare mentre FMEA e TPM si collocano parallelamente come Step successivo:



La metodologia TPM rappresenta l'evoluzione della cosiddetta Manutenzione preventiva, introdotta negli anni '50 dalle aziende eccellenti giapponesi e successivamente occidentali. La Manutenzione Autonoma è l'insieme delle attività di manutenzione preventiva di primo livello: ispezioni, pulizie, controlli, sostituzioni, montaggi, piccole riparazioni, ecc.. . Essa è, ovviamente, un'attività "a costo zero" perché eseguita degli stessi addetti alla produzione, direttamente coinvolti nella gestione delle macchine. Affidabilità e disponibilità vanno quindi interpretate non solo come assenza di guasti ma anche come capacità dell'impianto (insieme di uomini e di macchine) di fornire prestazioni sempre migliori. Le problematiche principali nell'applicazione pratica di questa teoria sono le stesse dell'applicazione delle 5s.

Nonostante l'abitudine acquisita del personale dall'applicazione delle 5s, il cambiamento delle abitudini consolidate viene in questo caso ulteriormente amplificato allo scopo di creare la massima integrazione possibile delle risorse tecniche e umane proprie di un'impresa industriale.

L'applicazione del TPM all'interno dell'organizzazione avviene attraverso 5 passi fondamentali:

1. Introduzione di attività di miglioramento per aumentare l'efficienza degli impianti, attrezzature.

2. Attuazione di un sistema di gestione autonomo (comunque collegato con gli obiettivi dell'organizzazione), della manutenzione a cura di operatori addestrati e resi consapevoli.
3. Attuazione di un sistema di manutenzione programmata con raccolta dati sull'affidabilità dei componenti (manutenzione predittiva);
4. Continuo aggiornamento della programmazione degli interventi in base ai dati raccolti.
5. Attuazione di un sistema di progettazione e sviluppo delle attrezzature, parti d'impianto che richiedano meno manutenzione e più rapida.
6. Continuo addestramento, enfasi e divulgazione dei risultati ottenuti.

#### **I vantaggi del TPM:**

- Porta ad un uso più efficiente degli impianti ed attrezzature (Overall Efficiency).
- Mantiene gli stessi impianti ad un livello ottimale.
- Introduce una metodologia di manutenzione diffusa in tutta l'organizzazione (Companywide) basata sulla manutenzione preventiva e predittiva (manutenzione basata su dati statistici);
- Coinvolge il management e gli operatori.
- Promuove e migliora le attività di manutenzione basandosi su team autonomi specifici.

Tra gli strumenti che possono cooperare con il TPM, oltre alle 5s, troviamo la FMEA (paragrafo 4.3.10) che rappresenta uno strumento molto importante per prevenire i guasti, aiutando in tal maniera la messa in atto della manutenzione preventiva. Laddove il TPM è il braccio “operativo”, la FMEA è la mente.

#### **4.3.10 FMEA**

*FMEA: Failure Modes and Effects Analysis;*

Analisi delle modalità di guasto e dei relativi effetti.

La FMEA è una tecnica di analisi continua delle possibili difettosità (guasti) legate al progetto e/o al processo, che prevede un'analisi continua sistematica dei modi ed effetti di guasto basata sul calcolo di un indice RPN (Rischio, Priorità, Numero) basato su 3 indicatori (gravità, frequenza, rintracciabilità). Tale analisi deve essere aggiornata in modo continuo, riflettendo le modifiche del progetto e del processo.

E' una tecnica, perciò, preventiva e può essere di due tipologie:

1. *FMEA di Progetto* ha le finalità di:

- Valutare le specifiche di progetto e le possibili alternative.
- Indirizzare al meglio le fasi iniziali e più critiche della progettazione.
- Aumentare le possibilità di guasto siano note quanto prima.
- Definire con maggior precisione il piano delle verifiche di progetto.
- Classificare i guasti come importanza dal punto di vista dell'utente.
- Mettere a punto un metodo di riduzione dei rischi.
- Consentire ai progetti futuri di sfruttare l'esperienza di quelli passati.

2. *FMEA di processo*

- Identificare le potenziali cause di guasto connesse col processo produttivo.
- Valutare gli effetti di tali guasti sull'utente finale.
- Identificare le cause di guasto poste all'interno del processo di fabbricazione o di assemblaggio e identificare i parametri la cui sorveglianza è essenziale per evitare o ridurre i guasti derivanti dal processo produttivo.
- Mettere a punto una lista di possibilità di guasto con un valore associato che consenta di intervenire in modo razionale su quelle più pericolose.
- Documentare i risultati effettivi del processo produttivo.

L'efficacia e l'efficienza del sistema FMEA dipendono dal modo in cui esso è integrato nella procedura di progetto dell'azienda; il massimo beneficio proveniente dal progetto FMEA, è tratto quando questo è sviluppato assieme al progetto costruttivo ed al programma di sviluppo. Significativi risparmi nei costi del processo di sviluppo

possono essere ottenuti attraverso la riduzione dei costi di revisione, l'efficienza industriale ed aumentando l'affidabilità delle lavorazioni alle macchine.

Le caratteristiche principali della FMEA sono:

*Tempestività*: è un'azione preventiva e non un intervento correttivo.

*Lavoro di gruppo*: l'analisi è condotta da tecnici e ingegneri di vari settori, quindi è richiesta;

- Abitudine al lavoro di equipe,
- Abitudine allo scambio d'informazioni,
- Recepire i problemi degli altri.

*Quantificazione dei risultati*: dare evidenza dei problemi ad indice di rischio maggiore.

Essendo una metodologia preventiva, la FMEA si applica rispondendo a domande del tipo:

- “Come e quando può rompersi questo elemento?”
- “Cosa succede al sistema o all'ambiente in cui si trova l'elemento, nel momento in cui si guasta?”

Il primo passo da realizzare, per applicare la metodologia, consiste nella scomposizione del processo, prodotto o sistema in esame in sottosistemi elementari. A questo punto, nell'analisi dei guasti di ogni sottosistema, occorre:

- Elencare tutti i possibili modi di guasto
- Per ogni guasto elencare tutte le possibili cause.
- Per ogni guasto elencare tutti i possibili effetti.
- Per ogni guasto elencare tutti i controlli in essere.

### **Il gruppo di lavoro:**

Un aspetto non facile della FMEA, è quello, al fine di eseguirla in modo corretto, di mettere obiettivamente in discussione l'adeguatezza del progetto. Per il progettista, è difficile individuare ed ammettere potenziali debolezze nel suo lavoro; per questo motivo è bene che la FMEA sia completata da una squadra di persone qualificate, in modo da criticare costruttivamente i piani del processo ed offrire potenziali soluzioni.

Un approccio di squadra, infatti, permette di ottenere un effetto sinergico e i risultati sono spesso maggiori della somma dei vari contributi che singolarmente possono essere portati da ogni membro. La squadra deve risultare la più piccola ed efficiente possibile; squadre numerose tendono a rallentare il processo, deludere i membri chiave ed estinguere le sinergie. E' raccomandabile inoltre, che all'interno della squadra siano coinvolti vari aspetti dell'attività di progetto identificabili in quattro membri come rappresentato nella figura 4.3.10. L'ingegnere di processo, ideatore del processo di base in studio, provvede a molti degli input inerenti alle cause di potenziali danni. L'ingegnere della qualità fornisce input di valutazione riguardo a controlli per l'individuazione di potenziali danni e fornisce dati relativi ad esperienze passate per processi simili a quello in esame. L'ingegnere progettista procura informazioni riguardo alla gravità degli effetti che i guasti potenziali possono avere sul prodotto. Un elemento ulteriore può essere incluso per fornire obiettività e perizia al processo ed anche per mantenere il lavoro della squadra focalizzato e realistico. Questo può essere un altro ingegnere, un supervisore, un responsabile del reparto macchine o comunque un elemento avente una personalità che si possa prestare a questa funzione. Queste persone, sono le sole necessarie per sviluppare effettivamente una FMEA e benché possano avere diversi incarichi nell'industria, deve essere fatto uno sforzo per riunirle al fine di ricoprire i ruoli specificati.



| ELEMENTO                   | RESPONSABILITA' TIPICHE  |
|----------------------------|--|
| Responsabile del processo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capo della squadra</li> <li>• Procura il piano di sviluppo iniziale</li> <li>• Aiuta a preparare i diagrammi di flusso del processo</li> <li>• Definisce i problemi senza suggerire le soluzioni</li> <li>• Procura il materiale di input riguardo modalità e cause di guasto, loro frequenza, effetti dei guasti sull'efficienza e loro gravità</li> </ul> |
| Ingegnere della qualità    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve avere familiarità con stime e processi di controllo</li> <li>• Può procurare documentazioni sulla qualità</li> <li>• Procura il materiale di input riguardo a controlli correnti per la rilevazione di guasti e la probabilità di rilevamento</li> </ul>   |
| Responsabile del progetto  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procura i disegni degli elementi ed offre esperienza</li> <li>• Procura il materiale di input riguardo gli effetti del guasto in termini di produzione e gravità</li> </ul>   |
| Elemento jolly (Wild Card) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Può essere un altro ingegnere, un supervisore o un ispettore con conoscenze di processi simili già in produzione</li> <li>• Facilita le discussioni del gruppo e le mantiene focalizzate</li> <li>• Può aiutare con l'organizzazione e registrazione</li> <li>• Aiuta a procurare conoscenze tecniche e dinamiche del gruppo</li> </ul>                     |

Figura 4.3.10: Elementi costituenti il gruppo di lavoro

## ***Strategia “Three Steps”***

Dopo aver riunito la squadra, il passo successivo è pianificare gli incontri. Per ottenere dalla FMEA una resa ottimale si procede con un approccio “*Three Steps*”.

### **➤ *PRIMO STEP***

Stabilire gli obiettivi, i metodi e le responsabilità; identificare le varie potenzialità di guasto per ogni caso del processo. E’ fondamentale ricordare che lo scopo è quello di prevedere come può fallire il processo e non se fallirà. Nella maggior parte dei casi, le fondamentali modalità di guasto sono analizzate dall’ingegnere progettista nella stesura del progetto, e dall’ingegnere della produzione nella stesura della FMEA. Il procedimento FMEA di processo è efficace solo quando la squadra si spinge oltre queste modalità di guasto, per discutere altri modi in cui le cose possono andare male. Per esempio, la squadra deve discutere dell’immagazzinamento delle parti, la movimentazione, il fissaggio, l’alternanza degli operatori alle macchine ed altri argomenti simili.

### **➤ *SECONDO STEP***

Prevede che ogni parte del prodotto venga accuratamente analizzata considerando i suoi modi di guasto più probabili, la frequenza con cui si verificheranno ed i relativi effetti funzionali sull’ambiente circostante. L’aggiunta di una *Analisi di Criticità* permette di quantificare la gravità degli effetti di ciascun modo di guasto e quindi di classificare tutti i modi di guasto previsti. In questo caso l’analisi viene denominata *FMECA* (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis). Questa analisi è uno strumento potente per verificare la qualità di un progetto dal punto di vista funzionale, dell’affidabilità e della sicurezza ambientale ed umana. Essa è inoltre largamente utilizzata per gestire altre caratteristiche del progetto. L’esecuzione dell’Analisi di Criticità porta alla definizione di un *Coefficiente di Priorità di Rischio* (RPN = Risk Priority Number) che quantifica la criticità del guasto; tale coefficiente è proporzionale alla probabilità che si verifichi il guasto durante una normale missione operativa. L’ RPN viene definito come:

$$RPN = P \times G \times R$$

dove:

**P** = frequenza di evenienza del guasto. Può essere definita come la probabilità di accadimento: se è certo che l'evento accada, sarà assegnato un valore molto alto; l'evento impossibile assumerà valore molto basso.

**G** = gravità/criticità dell'effetto del guasto. Può definirsi come l'impatto con la sicurezza e la prestazione funzionale: gli incidenti di multipla fatalità o un guasto che produce gravi conseguenze possono essere stimati con valori alti, mentre danni trascurabili saranno stimati con valori bassi.

**R** = rilevabilità. E' un indice della misura in cui il difetto possa essere individuato nel processo; anch'essa varia tra un valore massimo ed uno minimo.

In genere la scala dei valori da attribuire ai vari indici varia tra 1 e 10; ad esempio una gravità pari a 10 implica una modalità di guasto che può compromettere la sicurezza dell'operatore. Si riportano di seguito le tabelle relative a ciascun indice con una indicazione dei tassi da attribuire in base a ciascun criterio.

| <i>CRITERIO</i>   | <b>TASSO</b> | <b>PROBABILITA'</b> |
|---|--------------|---------------------|
| Remote probabilità di manifestarsi  | 1            | P < 1 su 20000      |
| Basso tasso di guasto   | 2            | P < 1 su 15000      |
|   | 3            | P < 1 su 10000      |
| Moderato tasso di guasto.<br>Guasti occasionali ma non in<br>proporzioni maggiori | 4            | P < 1 su 2000       |
|   | 5            | P < 1 su 1000       |
|   | 6            |                     |

|   |    |                |
|---|----|----------------|
|   |    | $P < 1$ su 200 |
| Alto tasso di guasto.<br>Processi che falliscono spesso | 7  | $P < 1$ su 100 |
|   | 8  | $P < 1$ su 20  |
| Tasso di guasto molto elevato. Guasto quasi certo       | 9  | $P < 1$ su 10  |
|   | 10 | $P > 1$ su 10  |

Figura 4.3.11: Indice di frequenza

| CRITERIO   | TASSO |
|--|-------|
| Irragionevole aspettarsi che la natura del guasto abbia effetti visibili sulle prestazioni del sistema. Il cliente, probabilmente non sarà in grado di individuare il guasto | 1     |
| Guasto di bassa gravità. La natura del guasto causa solo lievi fastidi al cliente. Questi probabilmente nota una leggera riduzione delle capacità del sistema                | 2     |
| Guasto moderato che causa insoddisfazione nel cliente. Il cliente è infastidito o vede ridurre il comfort  | 4     |
| Alta probabilità di insoddisfazione del cliente per la natura del guasto, come un sistema o sottosistema in operativo. Guasto che non coinvolge la sicurezza del sistema     | 7     |
| Tasso di rischi veramente elevato quando una modalità di guasto coinvolge potenzialmente la sicurezza con le relative conseguenze  | 10    |

Figura 4.3.12 Indice di gravità

| <b>CRITERIO</b>   | <b>TASSO</b> | <b>PROBABILITA'</b> |
|---|--------------|---------------------|
| Probabilità remota che il prodotto venga spedito. Il difetto è ovvio  | 1            | $P < 1$ su 10000    |
| Bassa probabilità che il prodotto venga spedito. Ispezione totale delle caratteristiche semplici ed ovvie   | 2            | $P < 1$ su 5000     |
|   | 3            | $P < 1$ su 2000     |
| Moderata probabilità che il prodotto venga spedito. Controllo totale delle caratteristiche variabili; piani di campionatura con analisi statistica dei dati | 4            | $P < 1$ su 1000     |
|   | 5            | $P < 1$ su 500      |
|   | 6            | $P < 1$ su 200      |
|   | 7            | $P < 1$ su 100      |
| Alta probabilità che il prodotto venga spedito pur presentando un difetto   | 8            | $P < 1$ su 20       |
|   | 9            | $P < 1$ su 10       |
| Probabilità molto alta che il prodotto venga spedito pur presentando un difetto.  | 10           | $P > 1$ su 10       |

Figura 4.3.13 Indice di rilevabilità

### ➤ *TERZO STEP*

Quest'ultimo passo è dedicato a stabilire le priorità ed a prendere azioni correttive. Prima la distribuzione deve essere valutata per mezzo del valore dell'RPN fornito al potenziale guasto. La squadra decide, in base a questa distribuzione, a quali potenzialità di guasto dedicarsi. Generalmente, non ci sono valori dell'RPN da escludere a priori, ma verrà attribuita una certa priorità di studio in base ai guasti potenziali. La squadra svilupperà, inoltre, una lista di azioni che coprirà quelle voci a cui si è data priorità e assegnerà le responsabilità alle persone o dipartimenti appropriati.

Nella figura 4.3.14, è riportato un prospetto da utilizzarsi per sviluppare una FMECA di processo.

|                              |                   |                    |                                |                              |   |   |   |                                     |                                      |  |  |                               |   |   |                                     |                    |  |  |  |                  |  |  |  |
|------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------------|---|---|---|-------------------------------------|--------------------------------------|--|--|-------------------------------|---|---|-------------------------------------|--------------------|--|--|--|------------------|--|--|--|
| <b>FMECA DI PROCESSO</b>     |                   |                    |                                | <b>Prodotto :</b>            |   |   |   | <b>Codice :</b>                     |                                      |  |  | <b>Riferimenti :</b>          |   |   |                                     | <b>Emesso da :</b> |  |  |  |                  |  |  |  |
| ♦ Nuovo                      |                   |                    |                                |                              |   |   |   |                                     |                                      |  |  |                               |   |   |                                     | Rev. : 0           |  |  |  |                  |  |  |  |
| ♦ Esistente                  |                   |                    |                                |                              |   |   |   |                                     |                                      |  |  |                               |   |   |                                     |                    |  |  |  |                  |  |  |  |
| Funzioni partecipanti :      |                   |                    |                                | Resp. FMEA :                 |   |   |   | PROD :                              |                                      |  |  | A.Q.                          |   |   |                                     | Data :             |  |  |  |                  |  |  |  |
|                              |                   |                    |                                |                              |   |   |   | Stato attuale                       |                                      |  |  | Azioni correttive/ preventive |   |   |                                     |                    |  |  |  | Risultati azioni |  |  |  |
| Fase del processo produttivo | N.C. sul processo | Effetti della n.c. | Caus e della n.c. sul processo | Misure di controllo previste | P | G | R | Indice di priorità di rischio (RPN) | Azioni di miglioramento raccomandate | Responsabilità e tempi per l'attuazione azioni | Azioni intraprese e tempi di realizzazione | P                             | G | R | Indice di priorità di rischio (RPN) |                    |  |  |  |                  |  |  |  |

Figura 4.3.14: FMECA di processo

#### 4.3.11 5S

Il termine “5 S” è l’acronimo di cinque parole giapponesi, con le quali intendiamo una corretta applicazione, divisa in 5 parti, di un piano d’azione volto a migliorare l’efficienza del lavoro in ambito produttivo basandosi sui concetti di pulizia e ordine. Di seguito riportati il significato, gli obiettivi e gli strumenti di ciascuna “esse”:

- *1S: Seiri*, ovvero selezionare ed eliminare il materiale “inutile”.

Durante questa fase, si provvede a suddividere gli oggetti tra utili, inutili, o da valutare, secondo la logica del buon senso e della frequenza di utilizzo. La cosa più importante di

questa fase è eliminare ogni oggetto inutile dall'area di lavoro , come ad esempio oggetti personali, articoli e documenti obsoleti o attrezzi e oggetti rotti. Infatti, conservare queste cose nell'ambito produttivo potrebbe creare solo confusione, impiccio oltre che occupare spazio (che magari potrebbe essere utilizzato per altri scopi). Questo principio risponde a quello base precedentemente visto e descritto del JIT, che afferma: “ solo quel che serve, nella quantità che serve ed al momento in cui serve”.

Nell'operazione di eliminazione degli oggetti occorre però stare attenti a non smaltire ciò che potrebbe servire per altri scopi (la documentazione passata, ad esempio, potrebbe essere trasferita dall'ambito produttivo agli uffici e non necessariamente scartata).

Invece, per gli oggetti sui quali non vi è certezza di utilità od inutilità, e che rispondono alle seguenti domande o affermazioni:

“E' rotto?”

“E' lì da molto tempo?”

“A me non serve ma forse a qualcun altro sì”

“.....”

dovrà essere applicata una specifica strategia, denominata “RED TAG STRATEGY”.

Questa tecnica consiste nell'applicare alla suddetta tipologia di oggetti un apposito cartellino rosso (Red Tag) nel quale viene inserito:

- Tipo di articolo
- Motivo del deposito
- Data e Area di provenienza dell'oggetto. Questi oggetti andranno mantenuti in uno spazio delimitato (Red Tag holding Area) per un periodo di prova che può variare a seconda del materiale in questione, in genere da un minimo di una settimana ad un massimo di un mese.

Ogni volta che un operatore preleva l'oggetto, deve compilare il relativo cartellino, indicando il motivo e la data del prelievo, e al termine dell'utilizzo rimetterlo al suo posto nella Red Tag Area.

Al termine del periodo di prova, il responsabile dell'area e quello delle 5s, valuteranno, in base al motivo e al numero di prelievi, se eliminare (per eliminare si intende buttare,

immagazzinare o trasferire in altri reparti) o mantenere all'interno dell'area l'oggetto in questione.

In generale sarà necessario allestire una "red tag area" per ogni sottoarea.

Di seguito, ecco rappresentate, a grandi linee, le varie operazioni da compiere, durante la prima esse.

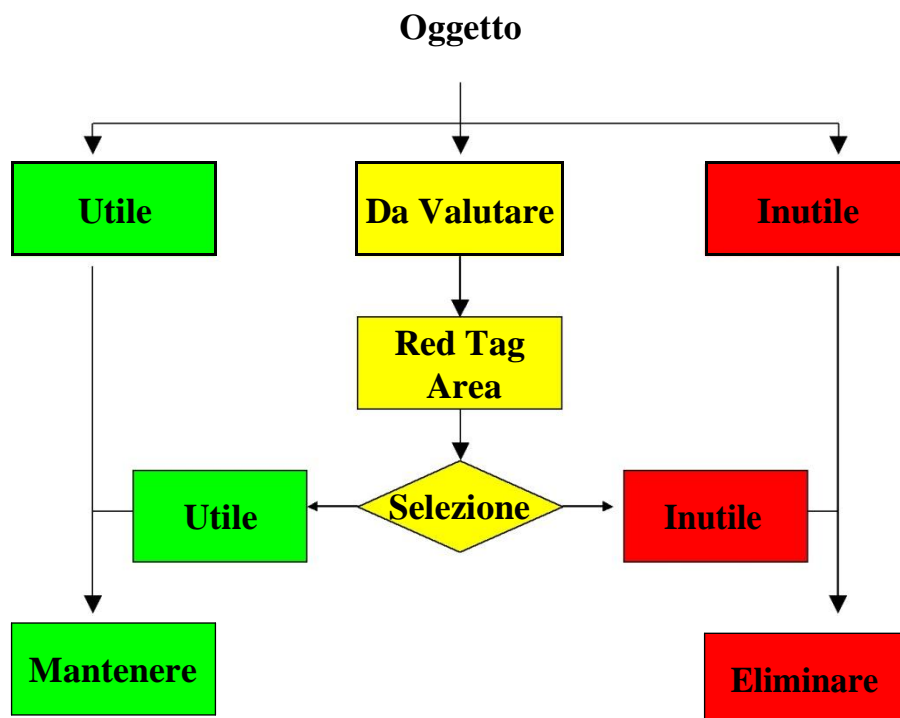


Figura 4.3.15 Seiri

Numerosi sono i vantaggi dell'eliminazione del materiale superfluo: il personale operativo, ad esempio, non dovrà più fare una corsa ad ostacoli tra materiale di scarto; non dovrà più effettuare ricerche estenuanti per ritrovare qualche oggetto da utilizzare; non dovrà più perdere tempo nel liberare i banchi di lavoro occupati da materiali inutili, e soprattutto si sentirà più al sicuro da eventuali incidenti dovuti al disordine.

Inoltre, tenere oggetti inutili comporta una "spesa di manutenzione", e, nel caso di scorte di prodotti, anche degli "oneri finanziari" e, magari, anche problemi di



bilanciamento di linea. Togliere tutti gli oggetti inutili dall'area di lavoro significa perciò anche risparmiare soldi, in maniera diretta.

➤ 2S: *Seiton*, ovvero ordinare i materiali in posizioni stabilite.

Lo scopo finale di questa fase è quello di sistemare gli strumenti, le attrezzature ed i materiali in modo tale che “chiunque” possa vedere dove si trovano, possa facilmente prelevarli, adoperarli, e rimetterli al loro posto. Ogni oggetto, all'interno dell'area, dovrà, al termine di questa fase, avere una locazione stabilita.

Il vantaggio di questa operazione di ri-ordine è principalmente riferibile al fattore tempo: sapere dove si trova un oggetto permette di “agire al volo”, senza stare a ricercare lo stesso in maniera estenuante.

La strategia da applicare in questi casi è quella del “*un posto per ogni cosa, ogni cosa al suo posto*”. Ma come fare a ricordare mnemonicamente il posto di ogni cosa?

Oltre all'abitudine derivante dallo svolgere operazioni di routine, ci sarà bisogno di operazioni di Visual Control e Visual Management (che vedremo più avanti). Queste filosofie risulteranno pienamente applicate quando chiunque può comprendere immediatamente il modo in cui si deve svolgere il lavoro e il posto dove sono collocati gli oggetti.

Detto in altre parole, sarà necessario applicare delle segnalazioni specifiche, come ad esempio dei cartelli, delle strisce colorate o delle etichette, ad esempio, nel caso di semilavorati, per avvicinarci alla filosofia Lean, potrebbe esserci un cartello con scritto “massimo un pezzo”: in tal maniera un'eventuale irregolarità salterebbe subito all'occhio di chiunque, e potrebbe essere corretta immediatamente.

Uno dei vantaggi della “gestione visiva” è l'immediata correzione: ci si accorge subito se qualcosa non va.

Altra cosa fondamentale di questa gestione è l'uso di strisce colorate per segnalare postazioni e aree differenti, seguendo uno standard aziendale (ad esempio il verde potrebbe corrispondere alle zone per materiale buono, mentre il rosso per gli scarti, che come vedremo nella parte pratica della tesi, saranno molto presenti).

Prima di applicare correttamente e completamente il controllo visivo, si necessita di operazioni di riordino e ri-organizzazione del posto di lavoro, attraverso una serie di

concetti apparentemente banali: gli oggetti, ove possibile, andranno divisi per frequenza di utilizzo, bisognerà fare in modo che siano minimizzati gli spostamenti, le attese, i movimenti inutili (sia del corpo umano che delle attrezzature varie) e le operazioni da svolgere (ad esempio evitare di fare due volte la stessa cosa), massimizzando le risorse presenti in azienda.

Queste operazioni di definizione e pre-standardizzazione del modo di lavorare, non andranno improvvisate, ma decise insieme agli operatori, dai quali sarà richiesta la massima collaborazione.

Uno schema generale, non necessariamente da applicare rigidamente, è descritto nella figura seguente:

| <b>Frequenza di utilizzo</b>     | <b>Tipo di materiale</b>        | <b>Luogo dello stock</b>        | <b>Situazione</b>                    |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Almeno 1 volta al giorno</i>  | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Tenuti a portata di mano</i> | Ideale                               |
| <i>Circa 1 volta a settimana</i> | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Tenuti a portata di mano</i> | Ok, solo se c'è posto                |
| <i>Raramente</i>                 | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Tenuti a portata di mano</i> | Svantaggiosa                         |
| <i>Almeno 1 volta al giorno</i>  | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Nelle vicinanze</i>          | Ok, solo se non c'è posto più vicino |

|                                  |                                 |                               |   |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|
| <i>Circa 1 volta a settimana</i> | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Nelle vicinanze</i>        | Ideale                                    |
| <i>Raramente</i>                 | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Nelle vicinanze</i>        | Ok, solo se c'è posto                     |
| <i>Almeno 1 volta al giorno</i>  | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Lontano da area lavoro</i> | Svantaggiosa                              |
| <i>Circa 1 volta a settimana</i> | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Lontano da area lavoro</i> | Svantaggiosa                              |
| <i>Raramente</i>                 | <i>Materiale per produzione</i> | <i>Lontano da area lavoro</i> | Ideale                                    |
| <i>Almeno 1 volta al giorno</i>  | <i>Materiale ausiliario*</i>    | <i>A portata di mano</i>      | Svantaggiosa                              |
| <i>Circa 1 volta a settimana</i> | <i>Materiale ausiliario*</i>    | <i>A portata di mano</i>      | Svantaggiosa                              |
| <i>Raramente</i>                 | <i>Materiale ausiliario*</i>    | <i>A portata di mano</i>      | Svantaggiosa                              |
| <i>Almeno 1 volta al giorno</i>  | <i>Materiale ausiliario*</i>    | <i>Nelle vicinanze</i>        | Ok, solo se c'è posto e non crea problema |
| <i>Circa 1 volta a</i>           | <i>Materiale ausiliario*</i>    | <i>Nelle vicinanze</i>        | Ok, solo se c'è posto e non crea problema |

|   |                                     |                                      |   |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| <i>settimana</i>                        |                                     |                                      |   |
| <b><i>Raramente</i></b>                 | <b><i>Materiale ausiliario*</i></b> | <b><i>Nelle vicinanze</i></b>        | Ok, solo se c'è posto e non crea problema |
| <b><i>Almeno 1 volta al giorno</i></b>  | <b><i>Materiale ausiliario*</i></b> | <b><i>Lontano da area lavoro</i></b> | Ideale                                    |
| <b><i>Circa 1 volta a settimana</i></b> | <b><i>Materiale ausiliario*</i></b> | <b><i>Lontano da area lavoro</i></b> | Ideale                                    |
| <b><i>Raramente</i></b>                 | <b><i>Materiale ausiliario*</i></b> | <b><i>Lontano da area lavoro</i></b> | Ideale                                    |

Figura 4.3.16: Seiton

\*Per materiale ausiliario si intende quel materiale non necessariamente utile per la produzione (esempio le soprascarpe per entrare in una Clean Room, da stipare in una locker, oppure valigie dei manutentori).

➤ *3S:Seiso*, ovvero pulire e ordinare sistematicamente l'ambiente lavorativo.

Dato un ordine e un senso all'ambiente produttivo, si provvede a mantenerlo pulito. Nel disordine, si possono nascondere eventuali guasti dei macchinari, e si precluderebbe l'eliminazione di numerose problematiche derivate da sporco, come ad esempio la contaminazione dei prodotti.

Un altro motivo per cui è indispensabile la pulizia, è il mantenimento, degli oggetti, dei materiali, degli attrezzi o degli utensili, in condizioni accettabili.

Per monitorare la situazione, in ogni area andrebbe stabilito il livello di pulizia necessario (ad esempio per i macchinari), attraverso foto e checklist, per stabilire, ad

esempio, quante volte una macchina vada pulita alla settimana e da quale operatore. Gli eventuali errori ed irregolarità potranno essere segnati su una sorta di “diario di bordo”.

➤ *4S:Seiketsu*, ovvero standardizzare e migliorare.

Una volta ottenuto l'ordine e la pulizia desiderato, derivato dall'applicazione delle prime tre S bisogna fare in modo che le attività svolte diventino parte integrante della vita quotidiana dell'operatore, ripetendo ciclicamente le tre fasi precedenti di Seiri, Seiton, e Seiso.

Questo obiettivo può essere raggiunto determinando le responsabilità per il mantenimento delle prime 3S e, tenendone controllata l'applicazione utilizzando gli strumenti tipici del PDCA (vedi paragrafo 4.3.16), in modo da attivare immediatamente le azioni correttive per ripristinare lo “stato ideale”.

➤ *5S:Shitsuke*, ovvero mantenere e migliorare gli standard ed i risultati raggiunti.

Non basta solo cercare di standardizzare le operazioni, bisogna pure imporsi disciplina per il proseguo. Questa è, probabilmente, la "S" più complessa da sviluppare, poiché non è semplice monitorare il mantenimento di tale attività, specie se i soggetti coinvolti sono molti. La disciplina consiste nel mantenere le norme o gli standard definiti dall'organizzazione nella zona di lavoro. Le quattro "S" anteriori non hanno problemi a coesistere con le norme lavorative, a patto che venga mantenuto un grado alto di disciplina. In tal maniera sarà garantita la sicurezza, la produttività migliorerà progressivamente e la qualità dei prodotti sarà eccellente.

Altresì se una volta giunti a completamento del piano si riterrà il lavoro definitivamente completato, in un periodo di tempo piuttosto breve torneremo alla situazione iniziale e allora sì che potremo dire di aver sprecato tempo.

Il motto proposto dalla filosofia 5S è : “Le 5S non finiscono mai”

Un metodo importante per mantenere alta la disciplina e garantire una corretta applicazione delle 5S, come più volte detto, è rendere l'ambiente più “visibile” possibile, ovvero chiunque deve poter rendersi conto dello stato di ordine, pulizia immediatamente.

## **I vantaggi delle 5S**

I principi di base del metodo “5 S” sono, a prima vista, piuttosto semplici e scontati, tanto da essere osteggiati o sottovalutati dalle aziende e dagli stessi operatori. In effetti i concetti di pulizia e ordine non sembrano rilevanti rispetto all’ambito produttivo, e non è così irrealistico sentir operatori giudicare l’implementazione come “lavoro per le imprese delle pulizie”.

In realtà la metodologia permette, in maniera indiretta, di migliorare la produttività, oltre che la sicurezza e la manutenzione (concetti più ovvi in prima analisi). Una corretta applicazione delle “5 S”, infatti, riduce interventi manutentivi, i tempi di set up dei macchinari, le possibilità di incidenti sul lavoro e lo spreco di materiale e tempo, e di conseguenza anche migliorare l’ambiente lavorativo e il morale dei lavoratori.

Nel valutare qualsiasi tipo di attività gestionale od operativa in maniera critica esistono i cosiddetti “indici prestazionali” e sostanzialmente sono di quattro tipi:

- *Oggettivi Diretti* (misurano gli impatti di un fenomeno, riferiti al fenomeno stesso, attraverso dei dati numerici che esprimono la sua variazione quantitativa)
- *Oggettivi Indiretti* (misurano gli impatti che un fenomeno ha su altri fenomeni, attraverso dati numerici che esprimono la sua variazione quantitativa)
- *Soggettivi Diretti* (misurano gli impatti di un fenomeno, riferiti al fenomeno stesso, attraverso dei dati qualitativi, che esprimono il giudizio personale di singoli o di gruppi circa gli effetti dello stesso. Sono dati soggettivi perché esprimono la percezione dei singoli o dei gruppi assunti come campione di riferimento per la misurazione degli impatti)
- *Soggettivi Indiretti* (misurano gli impatti di un fenomeno, riferiti ad altri fenomeni, attraverso dei dati qualitativi, che esprimono il giudizio personale di singoli o di gruppi circa gli effetti dello stesso).

Le 5s non agiscono in maniera sempre diretta per il miglioramento di qualche aspetto; per tal motivo risulta difficile, quantomeno nel breve periodo, andare ad analizzare le prestazioni dell’applicazione della metodologia.

E' necessario pertanto concentrare l'attenzione solamente sugli indicatori soggettivi diretti, e per quelli oggettivi indiretti. Infatti non esistono degli indicatori oggettivi diretti per misurare la bontà dell'applicazione 5s, e non sarebbe tanto saggio andare a ricercare indicatori soggettivi di tipo indiretto, visto che possiamo averne di tipo oggettivo.

✓ *Indicatori soggettivi diretti*

L'indicatore soggettivo a nostra disposizione è quello delle checklist specifiche, da realizzare durante le fasi di quarta e quinta esse, utilizzate per valutare l'applicazione delle singole S in una determinata area.

Ogni domanda della checklist, ad esempio, potrebbe prevedere 5 tipologie di risposte, nella maniera delle scale di Likert (0=situazione peggiore 4=situazione ideale). Una media delle varie risposte, esse per esse, permetterebbe di conoscere lo stato dell'area e quindi di valutare la corretta applicazione della metodologia. Naturalmente dovrà essere tenuta in considerazione la soggettività delle risposte.

✓ *Indicatori oggettivi indiretti*

Per quanto riguarda indicatori oggettivi indiretti, essi possono essere suddivisi in due categorie:

1. Indicatori forti (se le 5s hanno forte influenza sull'indicatore).
2. Indicatori deboli (se le 5s non sono determinanti per l'indicatore).

*1. Indicatori forti*

- *Tempi di manutenzione:* le 5S, permettendo di individuare immediatamente gli strumenti necessari per l'intervento, possono sensibilmente diminuire i tempi di manutenzione di una macchina. Risultati migliori possono essere ottenuti se vengono introdotte altre metodologie più specifiche come il TPM (Total Productive Maintenance).

*2. Indicatori deboli*

- *Numero Guasti macchine:* le 5s, possono prevenire guasti e i conseguenti fermo-produzione, garantendo la pulizia giornaliera dei macchinari in modo che una piccola anomalia sia facilmente identificabile.
- *Numero Scarti Prodotto:* le 5s, rendendo l'ambiente di lavoro pulito, possono aiutare a ridurre gli scarti dovuti a contaminazione.
- *Numero Incidenti sul posto di lavoro:* le 5s possono aiutare a prevenire il numero di incidenti, grazie ad un maggiore ordine all'interno dell'ambiente lavorativo.

#### **4.3.12 Poka-Yoke**

L'approccio poka-yoke o foolproof ("a prova di sciocco") è volto alla prevenzione degli errori e consiste nella determinazione di condizioni operative tali per cui l'operatore è impossibilitato ad seguire una manovra errata.

Shigeo Shingo, ingegnere della Toyota, è stato uno dei maggiori esponenti *dello Zero Quality Control*, un approccio che fa largo uso dei principi poka-yoke. Questi meccanismi sono usati sia per prevenire le specifiche cause di errori, sia per controllare a basso costo che ogni item prodotto sia privo di difetti.

Un metodo poka-yoke è un qualsiasi meccanismo in grado di impedire che un errore sia commesso, oppure in grado di rendere l'errore immediatamente ovvio. La capacità di trovare gli errori "a colpo d'occhio" è fondamentale perché, come afferma Shingo, i difetti del prodotto sono causati dagli errori dei lavoratori e quindi tali mancanze devono essere attentamente individuate ed analizzate. Segue dunque che gli errori degli operatori non si convertiranno in difetti se individuati ed eliminati anticipatamente.

La responsabilità di raggiungere un processo a zero difetti è nelle mani dei manager. I responsabili aziendali devono creare la cultura e fornire supporto in termini di tempo e risorse, devono anche riconoscere l'innata predisposizione delle persone che svolgono un dato lavoro e creare un canale attraverso cui queste possano esprimere le loro potenzialità.

Dietro al Poka-Yoke vi è la convinzione che non è accettabile produrre anche un solo pezzo difettoso. Un livello di scarto del 0,1% indica che un cliente su mille riceverà un prodotto difettoso. Per tale cliente, però, il prodotto è difettoso al 100%.



### *Principi del miglioramento di base per il poka-yoke e zero difetti*

- Incorporare la qualità nella progettazione e nei processi. Fare in modo che sia impossibile produrre prodotti difettosi. Utilizzare le protezioni poka-yoke incorporate nei prodotti e nel processo.
- Tutti gli errori e i difetti involontari possono essere eliminati. Si deve credere fermamente che gli errori possono essere eliminati.
- Non lavorare più in modo sbagliato e iniziate ad agire in modo giusto da subito.
- Gli errori e i difetti possono essere eliminati quando si lavora tutti insieme. Il raggiungimento di Zero Difetti è un lavoro di squadra.
- Si devono prendere idee da tutti. Gli esperti sono gli “operatori”.
- Ricercare le cause di fondo: si deve capire la causa effettiva del problema e applicare le contromisure.

Shingo ha identificato tre differenti tipi di ispezioni:

- *judgment inspection*: consiste nel separare i prodotti difettosi da quelli ritenuti accettabili, viene chiamata anche "controllo qualità".
- *informative inspection*: consiste nell'utilizzare i dati ottenuti dalle ispezioni per controllare i processi e prevenire i difetti. Tanto più frequenti saranno i feedback, quanto più rapidi saranno i miglioramenti ottenibili nell'ambito della qualità. E' infatti importante condurre ispezioni lungo tutte le fasi del processo per poter intervenire il più tempestivamente possibile.

Se l'operatore è anche incaricato di controllare il proprio lavoro, i benefici saranno ancor più consistenti. Infatti, poiché i lavoratori controllano ogni singola unità prodotta, sono in grado di identificare immediatamente la causa del difetto. Tali ispezioni e controlli permettono di ottenere informazioni "after the fact".

- *source inspection*: consiste nel determinare "before the fact" se esistono le condizioni necessarie per un elevato livello qualitativo.

Meccanismi poka-yoke vengono utilizzati in questo tipo di ispezioni, ad esempio per impedire la produzione finché non si realizzano le condizioni operative adeguate.

#### **4.3.13 Kaizen**

Esiste una distinzione tra Kaizen e innovazione: il Kaizen è graduale, procede per piccoli passi e utilizza un *know-how* tradizionale e molto buon senso, l'innovazione, al contrario, è più radicale e avviene con cambiamenti di entità più importante e su base non continua.

La metodologia Kaizen differisce dai programmi di miglioramento della seconda metà del secolo scorso che potremmo definire come “comanda e controlla”. Questa filosofia, si basa sull'apportare cambiamenti e monitorare i risultati ed, eventualmente, fare gli aggiustamenti necessari.

La programmazione su larga scala dei progetti di cambiamento è rimpiazzata da piccoli esperimenti che possono essere implementati rapidamente, non appena il suggerimento viene raccolto.

Il Kaizen è focalizzato sul miglioramento da apportare subito anche se possono servire, a volte, misurazioni e analisi.

Implementare il Kaizen richiede:

- di formare sui principi della Lean manufacturing le squadre di persone che lavoreranno sul Kaizen;
- di facilitare l'adozione di sessioni di brainstorming per identificare le possibilità di miglioramento;
- di implementare i miglioramenti spezzando il processo in tante parti e provando poi a rimontarlo, eliminando gli sprechi;
- di preparare un action plan con una lista di attività che sono richieste per completare il processo del Kaizen;
- identificare i miglioramenti che ci si aspetta di ottenere e che dovranno essere misurabili;
- ottenere un feedback dalle azioni svolte;
- riportare e diffondere i risultati ottenuti implementando il primo suggerimento attraverso lo strumento del Kaizen e celebrare il successo raggiunto.

Le attività Kaizen possono essere condotte in molti modi.

1. Cambiare le operazioni che vengono svolte da uno o più lavoratori per renderle più produttive, più efficienti o più sicure dal punto di vista della sicurezza. Perché il lavoratore decida di appoggiare l'azione svolta e di migliorare in maniera significativa, dovrà essere coinvolto e invitato a collaborare alla riprogettazione del suo lavoro.
2. Cambiare in maniera rapida è quello di adottare il Kaizen per migliorare gli strumenti di lavoro. Alcuni esempi possono essere quello di installare strumenti poka-yoke (vedi paragrafo 4.3.12) che aiutino le persone ad accorgersi subito di eventuali errori o quello di cambiare il layout dei macchinari utilizzati nel lavoro quotidiano per renderlo, ad esempio, più ergonomico.

Il Kaizen si focalizza, essenzialmente, su queste attività:

- l'eliminazione degli sprechi: in ambito produttivo questo può significare risparmiare del tempo evitando movimenti e movimentazioni inutili, riprogettare le stazioni di lavoro in modo che ogni strumento necessario sia a portata di mano, evitare le azioni inutili.  
Se moltiplichiamo tutti questi miglioramenti per un'intera giornata, o per un mese e per il numero di lavoratori che abbiamo in azienda ci accorgiamo subito che piccoli miglioramenti come questi possono sfociare in un grande aumento di produttività. Gli sprechi possono diventare profitto se vengono eliminati e se tutti sono incoraggiati a sforzarsi di migliorare;
- la standardizzazione: con la standardizzazione si definisce qual è il modo migliore di fare una cosa e lo si adotta, in modo che diventi un automatismo per tutti;
- misurare i risultati ottenuti e confrontarli con i risultati ottenuti;
- rendere la nuova operazione adottata una best practice;
- continuare il ciclo all'infinito

Uno dei concetti basilari del Kaizen è quello che “se non c'è azione non c'è successo”. L'obiettivo non è la risoluzione totale di tutti i problemi nello stesso momento. Piuttosto si pensa di adottare una soluzione parziale che possa risolvere uno o due problemi e che

possa essere adottata in tempi rapidissimi, pronta per essere affiancata da una nuova azione di miglioramento. Il processo non deve essere subito perfetto.

### **I Vantaggi del Kaizen**

Il Kaizen è un'attività che va portata avanti giorno dopo giorno e che va al di là del semplice aumento della produttività. E' un processo che, quando viene portato avanti in maniera corretta, umanizza il posto di lavoro, elimina la maggior parte del lavoro duro (sia mentale che fisico) insegna alle persone come fare sperimentazione sul proprio lavoro utilizzando il metodo scientifico e come imparare a localizzare ed eliminare gli sprechi all'interno dei processi che conducono.

Masaaki Imai, per facilitare l'implementazione del Kaizen, fa una lista dei principali compiti che ogni livello di management dovrebbe svolgere:

#### **Top management:**

- Essere determinati nell'introdurre il Kaizen come una strategia aziendale.
- Fornire al progetto una direzione ben precisa e tutto il supporto necessario, allocando le risorse giuste.
- Stabilire una politica di base per gli obiettivi che si vogliono ottenere con il Kaizen.
- Costruire un sistema, adottare le procedure e modificare le strutture in modo da poter condurre il Kaizen nella maniera più opportuna.

#### **Quadri e livello intermedio:**

- Implementare gli obiettivi Kaizen come indicato dal Top management.
- Usare il Kaizen nella propria area di riferimento.
- Stabilire, mantenere e aggiornare gli standard.
- Formare in maniera intensiva i propri uomini in modo che siano in grado di implementare la metodologia Kaizen in maniera efficace.
- Aiutare le persone a sviluppare gli skill e gli strumenti necessari per implementare efficacemente il problem solving.

**Supervisori:**

- Usare il Kaizen nella propria area di riferimento.
- Formulare piani per l'implementazione del Kaizen e dare un supporto costante ai lavoratori.
- Migliorare le comunicazioni tra i lavoratori e creare un ambiente sereno dove sia facile adottare il Kaizen.
- Supportare le attività di piccolo gruppi di lavoro (come, ad esempio, quelle dei Circoli della Qualità) e il sistema individuale di suggerimenti.
- Introdurre disciplina sul posto di lavoro.
- Fornire suggerimenti Kaizen.

**Lavoratori:**

- Impegnarsi attivamente nel Kaizen fornendo suggerimenti e partecipando ad attività quali quelle dei Circoli della Qualità.
- Mantenere sul posto di lavoro una disciplina ferrea.
- Impegnarsi in maniera continua nello sviluppo professionale per diventare dei validi problem solver.

**4.3.14 One Piece Flow**

Rappresenta il modo di organizzare la produzione mediante l'avanzamento del materiale un pezzo alla volta, con un flusso continuo. In questo modo, i singoli pezzi passano da una fase produttiva all'altra senza accumuli tra le macchine, contribuendo:

- alla riduzione della Time Line (il materiale attraversa i reparti nel modo più rapido),
- all'ottenimento della massima flessibilità,
- all'abbattimento in misura importante delle scorte intermedie (Work in Process - WIP),
- al recupero di spazio fisico all'interno della linea, grazie all'impiego di macchinari più piccoli, che vengono avvicinati tra loro per la presenza di piccoli lotti.

Non sempre il sistema One Piece Flow è possibile. Può succedere quando le lavorazioni a monte del processo adottano macchine con tempi ciclo troppo lenti per i livelli produttivi dell'assemblaggio finale, che solitamente lavora su 1 o 2 turn, o nel processo esiste una lavorazione che ha tempi di set-up inevitabilmente più lunghi rispetto alle altre fasi (es. i semilavorati vengono realizzati con grosse macchine automatiche e assemblate manualmente nella fase finale).

In questi casi, è necessario ripiegare verso soluzioni che più si avvicinano al sistema One Piece Flow e che siano caratterizzate quindi da lotti minimi, set-up e spedizioni frequenti, macchine sincronizzate, affidabili e fisicamente vicine.

Lavorare a flusso significa migliorare su tutti questi punti: più flusso, più velocità, più qualità, meno sprechi.

#### ***4.3.15 Visual Control***

Controllo visuale e immediato delle anomalie. Il Visual Control è un metodo per la generazione di un ambiente ricco di informazioni immediate e visivamente stimolanti, nel quale tutte le informazioni necessarie, sono presentate in una forma chiara e leggibile, usufruibili da tutto il personale<sup>7</sup>. L'obiettivo di una fabbrica con controllo visivo è che tutto il personale, possa in pochi minuti apprendere il processo, sapere se questo è fatto correttamente e capire quale fase dello stesso. Questo strumento<sup>8</sup> permette a tutti i responsabili della produzione di seguire le operazioni a colpo d'occhio, di vedere cosa sta succedendo, qual è la performance di un reparto, se ci sono strumenti fuori posto, se occorre rifornire di pezzi i contenitori e quali operatori hanno bisogno di assistenza tecnica o hanno problemi sul controllo della qualità e quindi di intervenire nel modo più rapido possibile con una notevole risparmio di tempo. Il visual control persegue l'obiettivo di ridurre lo spreco di manodopera individuando in anticipo possibili anomalie.

#### ***4.3.16 Problem solving e Workshop Team***

Problem solving e Workshop Team:

---

<sup>7</sup> Graziadei, (2010)

<sup>8</sup> Stancari (2006)

La prima si propone di capire la natura di un problema specifico e studiare come affrontarlo (es. incontro con personale di reparto programmazione per analizzare i ritardi negli acquisti).

La seconda punta a risolvere direttamente le problematiche strutturali e ad avere un impatto in tempi brevi (es. incontro settimanale per riduzione dei guasti frequenti).

### **Problem solving**

Spesso la metodologia di miglioramento continuo di lean manufacturing è affiancata dalle tecniche di problem solving.

Tale metodologia è un sistema integrato e “snello”, focalizzato sulle sole attività critiche, che procede per passi successivi fino al raggiungimento del risultato atteso.

I criteri base per il processo di un buon problem solving sono pochi, ma fondamentali.

La prima regola è partire sempre con piccoli passi, anche se il problema è grosso.

Un problem solving efficace segue questa struttura:

- Definire il problema;
- Scomporre il problema;
- Eliminare le cause meno rilevanti;
- Analizzare ed identificare le contromisure;
- Pianificare le soluzioni;
- Implementare le soluzioni;
- Sintetizzare e standardizzare.

Il problem solving si avvale di strumenti ben precisi. Base comune è la definizione del problema che poi viene scomposto e analizzato usando l'albero logico delle questioni: “cosa?” “come?”. Ci si pone una domanda principale dalla quale ne scaturiscono altre a vari livelli fino ad arrivare alla soluzione del problema.

### **Il workshop team**

Ogni progetto di miglioramento, detto anche workshop, viene sviluppato da un team composto mediamente da persone selezionate in funzione delle loro mansioni e del

ruolo ricoperto all'interno del reparto oggetto di intervento; in particolare, sono due le condizioni necessarie (ma non sufficienti) affinché il progetto abbia esito positivo:

1. la squadra deve essere costituita da membri eterogenei ed interfunzionali, in grado di apportare singolarmente le proprie conoscenze e la propria esperienza in materia.
2. I miglioramenti apportati devono coinvolgere il team in maniera intensa e diretta.

Il primo requisito risulta fondamentale nella fase preliminare di analisi e, successivamente, nello sviluppo delle proposte migliorative: nessuno conosce meglio di chi ci lavora, le problematiche, i dettagli e le procedure del reparto o del singolo processo; di conseguenza, saranno proprio gli operatori ad evidenziare le criticità e a proporre le eventuali azioni correttive.

La seconda condizione invece rappresenta la colonna portante della motivazione sviluppata dal team: risulta molto difficile per una persona adoperarsi per migliorare attività che poi non dovrà svolgere o ambienti di lavoro con cui, finito il progetto, non avrà più nulla a che fare.

Occorre quindi che il progetto coinvolga i membri del team in prima persona, proprio per far sì che il loro sforzo e il successo generale del workshop si ripercuota direttamente sulla loro soddisfazione.

L'importanza del coinvolgimento affiora in maniera decisiva nelle fasi operative in cui sono richiesti impegni in termini di tempo e risorse a volte anche ingenti; dopo l'entusiasmo iniziale infatti, è possibile assistere ad una flessione della partecipazione legata proprio alla stanchezza o al fatto che, per chi non è abituato, può essere difficoltoso lavorare sotto la pressione di obiettivi definiti e ravvicinati.

È qui che entra in gioco la capacità del *kaizen trainer*: questa figura ha il compito di guidare il gruppo, di accompagnarlo nel corso del progetto facendo in modo che gli obiettivi risultino sempre chiari, così come le strade che portano al loro raggiungimento. Il kaizen trainer, in qualità di responsabile del progetto, oltre a pianificare e organizzare le attività, rappresenta il veicolo con cui le informazioni viaggiano dallo stabilimento al



management, il tramite con cui si sviluppa il processo di escalation orientato alla risoluzione di criticità complesse.

Spesso infatti, la motivazione degli operatori può ridursi in seguito alla convinzione che le loro necessità non siano prese in considerazione:

frasi del tipo “sai quante volte lo abbiamo detto e nessuno ha fatto niente?”,

“tanto alla fine non si cambia mai nulla!” sono tutt’altro che rare.

L’implementazione di un workshop dedicato e strutturato, il collegamento diretto con la dirigenza ad opera dal kaizen trainer e, soprattutto, la possibilità che gli stessi operatori hanno di mostrare problemi e risultati attraverso presentazioni settimanali, fanno sì che il management sia in grado di conoscere le singole criticità e di apprezzare l’impegno e i miglioramenti apportati dal team.

La motivazione dunque, rappresenta la leva fondamentale per raggiungere e sostenere i risultati nel tempo ma, tuttavia, comprendendo aspetti “personali” a volte risulta difficile da veicolare; per questo motivo deve essere costantemente monitorata ed alimentata attraverso il coinvolgimento diretto delle persone interessate, la chiarezza degli obiettivi, dei metodi e dei ruoli così come attraverso il riconoscimento dei miglioramenti conseguiti.

#### ***4.3.17 Diagramma di Pareto***

L’analisi di Pareto è una metodologia statistica utilizzata per individuare i problemi più rilevanti nella situazione in esame e quindi le priorità d’intervento.

L’obiettivo del diagramma che viene creato è rappresentare in modo efficace i dati più importanti per concentrare l’attenzione su di essi. Il segreto del successo in ogni campo d’intervento risiede infatti nell’avere poche e chiare priorità sulle quali intervenire. In generale si può affermare empiricamente che il 20% delle problematiche esistenti (quelle più importanti), rappresenta in realtà l’80% in termini di miglioramento. Tale analisi, infatti è anche chiamata analisi 20/80.

Poiché non esistono problemi importanti in assoluto si cerca di individuare le priorità in funzione degli aspetti seguenti:

- situazione in cui ci si trova;
- obiettivi.

Il diagramma di Pareto costituisce appunto la rappresentazione grafica dell'analisi.

L'applicazione dell'analisi e del diagramma di Pareto è basata sulle seguenti fasi:

1. decidere come classificare i dati;
2. rilevare i dati ed ordinarli;
3. disegnare il diagramma;
4. costruire la linea cumulativa;
5. aggiungere le informazioni base.

La fase tre di rappresentazione grafica dei dati rilevati, che è il cuore dell'analisi, consiste nella costruzione di un grafico a “colonne” o istogramma. Scegliendo un'opportuna identificazione degli assi è possibile evidenziare le poche cause importanti da analizzare.

Nella figura 4.3.17 sotto riportata c'è un esempio di diagramma di Pareto con linea cumulativa che mostra come le cause a e b rappresentano già l'80% di tutte quelle rilevate.

Il diagramma di Pareto consente di presentare i dati con grande efficacia facilitando la comunicazione ed i processi decisionali, consentendo di individuare le aree dove intervenire prioritariamente (colonne più alte del diagramma o tratti di curva più pendenti) e/o con maggior vantaggio economico.

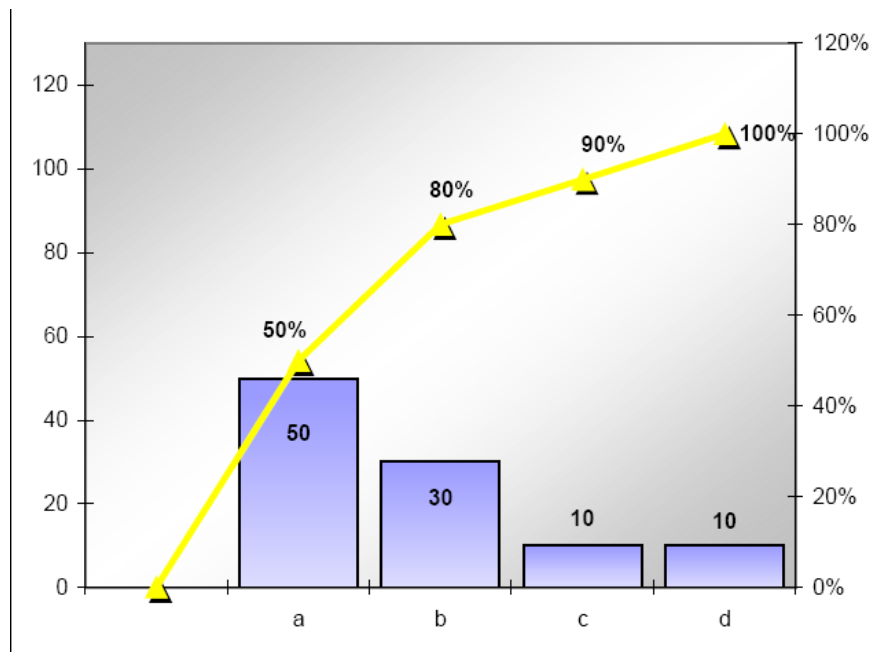


Figura 4.3.17: Diagramma di Pareto

#### 4.3.18 Analisi 4M

Il metodo delle “4M” (Man, Method, Material, Machine) viene utilizzato per ricavare le cause che potrebbero determinare un certo effetto, si procede individuando le aree d'intervento e pianificando azioni di miglioramento.

Le quattro aree d'interesse sono:

1. Manodopera: il ruolo delle persone è importante anche dove la produzione è prevalentemente automatizzata;
2. Macchine: bisogna aumentare la produttività dei macchinari, analizzando e segnalando inefficienze delle macchine;
3. Materiali: bisogna segnalare ed individuare perdite e difettosità;
4. Metodi: rendere più favorevoli i procedimenti operativi in modo che vengano condivisi e praticati dal personale.

La figura 4.3.18 mostra il diagramma a spina di pesce che riassume graficamente la teoria in esame.

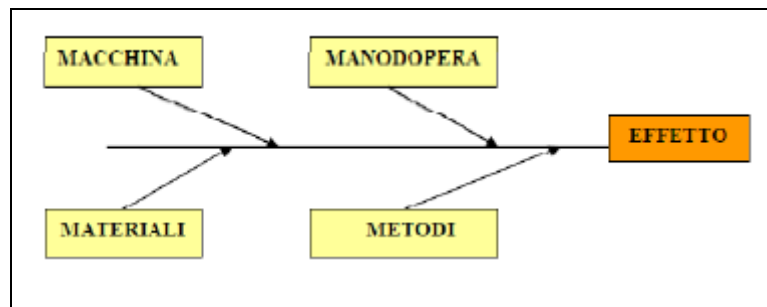


Figura 4.3.18: Diagramma 4M

L'applicazione di quest'analisi si articola in diverse fasi:

- Brain storming: vengono proposte diverse cause senza alcuna gerarchia;
- Categorizzazione: si suddividono le idee nelle quattro categorie sopraelencate;
- Discussione: tutte le idee proposte vengono analizzate e contestate;
- Condivisione: poche idee condivise e ordinate sono le possibili cause del fenomeno.

#### 4.3.19 Metodo 5 perché

Scopo del metodo è individuare le cause “alla radice” di un problema per evitare gli sprechi legati a soluzioni che non lo risolvono definitivamente.

Anche in questo caso viene adottata una procedura a step successivi:

- Si espone in modo chiaro il problema;
- Ci si chiede il primo “perché”;
- Si individuano tutte le ragioni che provocano l'evento;
- Per ogni causa individuata al punto precedente bisogna chiedersi ancora “perché” essa si verifica;
- Si continua ponendosi la domanda “perché” almeno cinque volte;
- Si individua la causa base quando si arriva ad un punto in cui non è più necessario domandarsi il perché di una causa.

La riuscita di un approccio simile risiede essenzialmente nel non fermarsi prima di essersi posti almeno cinque domande.

#### 4.3.20 Ciclo PDCA

Il ciclo PDCA (Plan Do Check Act) viene riconosciuto come uno dei metodi base per la gestione dei processi. In figura 4.3.20 è rappresentato il criterio seguito dal metodo.

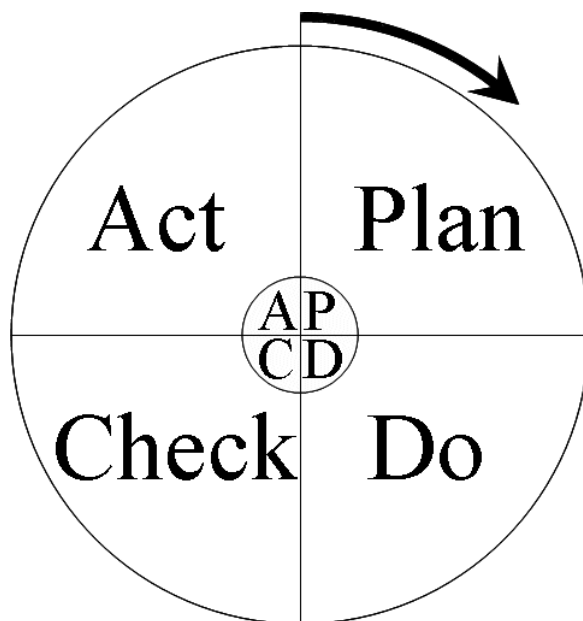


Figura 4.3.20: Ciclo PDCA

- *Plan (Pianificare)*: è il punto di partenza, il punto dal quale deve prendere avvio il processo;
- *Do (Fare)*: fase in cui si “concretizza” il processo;
- *Check (Controllare)*: punto critico del processo perché il controllo deve essere inteso non soltanto come autocontrollo, ma anche e soprattutto come controllo del proprio operato da parte di altri. Quindi vi deve essere la disponibilità a farsi controllare per ottenere un feedback del proprio lavoro. Il miglioramento della qualità dei processi, infatti, passa necessariamente attraverso la valorizzazione degli errori che vanno intesi come una risorsa per il progresso. Controllo, dunque, inteso come valorizzazione delle informazioni (elementi qualitativi) e

dei dati (elementi quantitativi) “restituiti” dagli errori e non come atteggiamento ispettivo.

- *Act (Agire)*: in questa fase vengono apportate correzioni se sono stati commessi errori, altrimenti si procede alla standardizzazione del processo per mantenere i risultati ottenuti.

Ogni fase del ciclo PDCA può essere ulteriormente scomposta al suo interno in sottofasi che aiutano a definire meglio il processo, ottenendo una rappresentazione tramite diagramma ad albero come riportato nello schema sotto riportato. Questo modo di ragionare, basato sulla scomposizione di un problema complesso in categorie via via più dettagliate, può essere molto utile per risolvere tali tipi di problemi. Inoltre questo strumento può essere anche utilizzato “a ritroso”, ovvero elaborando in un primo momento una lista delle azioni particolareggiate, per poi risalire, raggruppandole per blocchi, a livelli progressivamente più ampi e generici.

## **P**

- raccogliere e analizzare dati e informazioni:
  - Rilevare dati e fatti relativi al problema
  - Valutare la necessità del cliente e l’impatto del problema
  - Individuare condizioni e vincoli del contesto
- Definire l’obiettivo
  - In termini qualitativi
  - In termini quantitativi
- Analizzare le cause
  - Individuare le cause possibili
  - Analizzare le cause probabili
- Definire le contromisure
  - Progettare l’interventi in funzione delle cause
  - Fare in modo che il problema non si ripresenti

## **D**

- Applicare le contromisure prescelte
  - Sperimentare le contromisure
  - Assicurarsi che la sperimentazione sia conforme al progetto

## **C**

- Verificare i risultati raggiunti
  - Confrontare i risultati ottenuti con l'obiettivo fissato
  - Interpretare ogni scostamento

## **A**

- Standardizzare o ripetere il ciclo PDCA
  - Individuare le cause possibili
  - Analizzare le cause probabili

### ***4.3.21 Creatività o inventiva***

Questo ultimo principio evidenzia la volontà che i vertici dell'azienda devono esprimere per stimolare e premiare i suggerimenti e le innovazioni che possono nascere dalla risorsa umana, impiegata dell'azienda stessa. Tutti i partecipanti all'organizzazione aziendale vengono formati e motivati a risolvere problemi relativi al loro lavoro ed a presentare progetti di miglioramento che saranno anche premiati in sede aziendale, con l'intento di ottenere anche un maggior coinvolgimento della risorsa umana.

Ciascun operaio ha la possibilità di dare dei suggerimenti attraverso dei piccoli gruppi chiamati circoli di qualità.

Stimolare i suggerimenti degli operai consente di raggiungere dei miglioramenti sia nel controllo della quantità sia della qualità ma anche nel rispetto dell'uomo, che è reso in tal modo partecipe del processo produttivo.

## 5 Consulenza Kaizen Porsche

### 5.1 *Porsche Consulting*

La produzione “a lotti” è sempre stata la metodologia produttiva prescelta dalla Trasmital, poichè si sposava bene con la sua strategia di produrre grandi volumi di riduttori meccanici dello stesso modello. Negli ultimi anni, tuttavia, l’evoluzione tecnologica e le esigenze di mercato hanno portato la Bonfiglioli ad ampliare la sua gamma introducendo nuovi modelli e nuove varianti per rispondere al meglio alle esigenze mutevoli del mercato.

Come riuscire a produrre di più, senza deteriorare la soddisfacente qualità raggiunta, utilizzando le presenti strutture aziendali senza investire eccessivamente in nuove?

La risposta prese forma nella scelta di ottimizzare le strutture e l’organizzazione secondo i principi della Lean Thinking e con l’ausilio dei metodi Kaizen sviluppati da Porsche Consulting (leader mondiale della "Lean Production") e applicate con successo alla stessa Porsche AG e presso altre aziende.

Con l’aiuto di questa società di consulenza, con la quale si stanno implementando i principi della Lean Production in varie sezioni dell’azienda (officina, magazzini, collaudi,uffici,...) ho potuto personalmente seguire l’implementazione della filosofia snella riguardante l’area logistica e produttiva di una delle catene di assemblaggio del montaggio alla quale si è rivolto il mio lavoro di tesi.

### 5.2 *Progetto Pilota*

Il progetto pilota rappresenta la parte più difficile e importante del progetto in quanto deve porsi obiettivi ambiziosi e significativi e deve formare del personale (*Tutor*) in grado di poter attivare le dinamiche Kaizen (chiamate *Workshop*) e di gestire autonomamente i cantieri che verranno messi in piedi in seguito al primo, in pratica deve fungere da catalizzatore del cambiamento.

Fa parte della natura umana, porsi scettici se non opporsi apertamente nei confronti di azioni dettate da filosofie di lavoro non appartenenti alla propria cultura e che finiscono per mettere in discussione anche quelle note certezze che hanno avuto successo in altri



ambienti lavorativi. La visibilità del primo “cantiere” e il raggiungimento dell’obiettivo prefissato ha lo scopo di muovere almeno gli “indifferenti” dalla parte dei promotori del cambiamento. Il successo dell’implementazione di altri cantieri in azienda e quindi dell’intero progetto pianificato è spesso legato al risultato del progetto pilota.

L’obiettivo che la Bonfiglioli Trasmital si è data nell’intraprendere il progetto Lean Production, è quello di creare un’azienda snella, pronta a reagire in tempi rapidi al mercato tramite la produzione di più modelli di riduttori diversi nell’arco dello stesso turno, sulla stessa linea. Per fare questo si propone di riconfigurare il tipo di produzione passando da politica “a lotti” a produzione “a flusso tirato”, ridisegnando quindi la gestione interna dei materiali e costruendo delle solide relazioni di fornitura che permettano una gestione snella del flusso logistico in entrata, con consegne più piccole e più frequenti (Just In Time). Con tali cambiamenti l’azienda vuole diminuire il lavoro di magazzino e quindi gli oneri finanziari che ne conseguono, creando un punto di disaccoppiamento snello tra fornitori e impianto di produzione, il cosiddetto “Supermarket”.

### **5.3 Obietti Porsche Consulting**

Obiettivi della direzione di Porsche Consulting nell’implementare il progetto Lean:

- Aumento della produttività
- Aumento dell’ergonomia
- Miglioramento del bilanciamento della linea (flusso stabile, Just In Time).
- Ottimizzazione dei flussi logistici (JIT<sup>9</sup>, JIS<sup>10</sup>, Kanban, Lean Principles).

Perseguibili intervenendo anche in termini di:

- Riduzione del Lead Time
- Riduzione degli spazi occupati
- Riduzione del valore di magazzino
- Riduzione degli stock
- Riduzione delle operazioni uomo

---

<sup>9</sup> Just in Time

<sup>10</sup> Just in Sequence (fonte Porsche consulting)

- Riduzione di scarti e sprechi
- Riduzione dei tempi di set-up

| Workshop definition sheet  |  |  |   | Comments:  |  |  |              |
|--|--|--|---|--|--|--|--------------|
| Area of investigation<br>Bonfiglioli Riduttori, Trasmital Plant - Forlì,<br>Assembly line TT07   |  | Team Porsche: Jacopo Piccolo Brunelli,<br>Principal<br>Giulio Busoni, Project Manager<br>Alberto Cassandro, Consultant<br>Giovanni Notarnicola, Consultant |   | Data: 20.02.2012<br><br>Page: 1      di: 1               |  |  |              |
| <b>Delimitation of the area of investigation</b>   |  |  |   |  |  |  |              |
| Spatial  |  |  | Content   |  |  |  |              |
| • Production Line TT07   |  |  | • Balancing of the line<br>• Pilot integration of preassembly<br>• Line logistics optimization                              |  |  |  |              |
| <b>Workshop objectives</b>   |  |  |   |  |  |  |              |
| Quantitative   |  |  | Qualitative   |  |  |  |              |
| • Improve productivity<br>• Reduce average insaturation value<br>• Reduce average not value added movements<br>➡ actual amount of losses reduced by 42% in medium term |  |  | • Participants sensibilization on lean principles<br>• Improve ergonomics of work stations<br>• Involve and train operators |  |  |  |              |
| <b>Participants</b>  |  | <b>Department / Function</b>   | <b>Phone</b>  | <b>Participants</b>                                      |  | <b>Department / Function</b>                             | <b>Phone</b> |
| 1 Aurucci Antonio  |  | Plant Manager  | 5322  | 8 Filippo Mario  |  | Resp. Manutenzione                                       | 5353         |
| 2 Gianpaolo Casali   |  | Produzione   | 5317  | 9 Enrico Nanni   |  | PED  | 5344         |
| 3 Filippo Drudi  |  | OP, Produzione   |   | 10 Roberto Rusconi                                       |  | PED  | 5133         |
| 4 Paolo Faninelli  |  | Logistica  |   | 11 Gianluca Martini                                      |  | TIP  | 5341         |
| 5 Matteo Goffarelli  |  | GSQ  | 5321  | 12   |  |  |              |
| 6 Luca Guttadauro  |  | Pianificazione   | 5170  | 13   |  |  |              |
| 7 Massimo Mandini  |  | TIP  | 5315  | 14   |  |  |              |
| <b>Preparation</b>   |  | <b>Responsibile</b>  |   | <b>Interim presentation</b>                              |  | <b>Final Presentation</b>                                |              |
| • Preparation of line balancing (actual state)<br>• Preparation of the PFEP<br>• Collection of key data in the workshop area (see attached file)                       |  | Mr. Mandini  |   | Date: Thursday, 01.03.2012, 15:30-17:15<br>Place: t.b.d. |  | Date: Thursday, 15.03.2011, 15:30-17:15<br>Place: t.b.d. |              |

Figura 5.3 Obiettivi Porsche consulting

Nel gruppo di lavoro interfunzionale, composto da 11 persone, sono stati inseriti rappresentanti di tutte le aree direttamente coinvolte nel progetto, creando le basi per una stretta collaborazione tra le funzioni di *staff* e di *linea* con il fine di ottenere:

- **Quantitativamente:**

1. Migliorare la produttività.

2. Ridurre il valore medio dell'insaturazione<sup>11</sup>.
3. Ridurre la media dei movimenti senza valor aggiunto.

- ***Qualitativamente:***

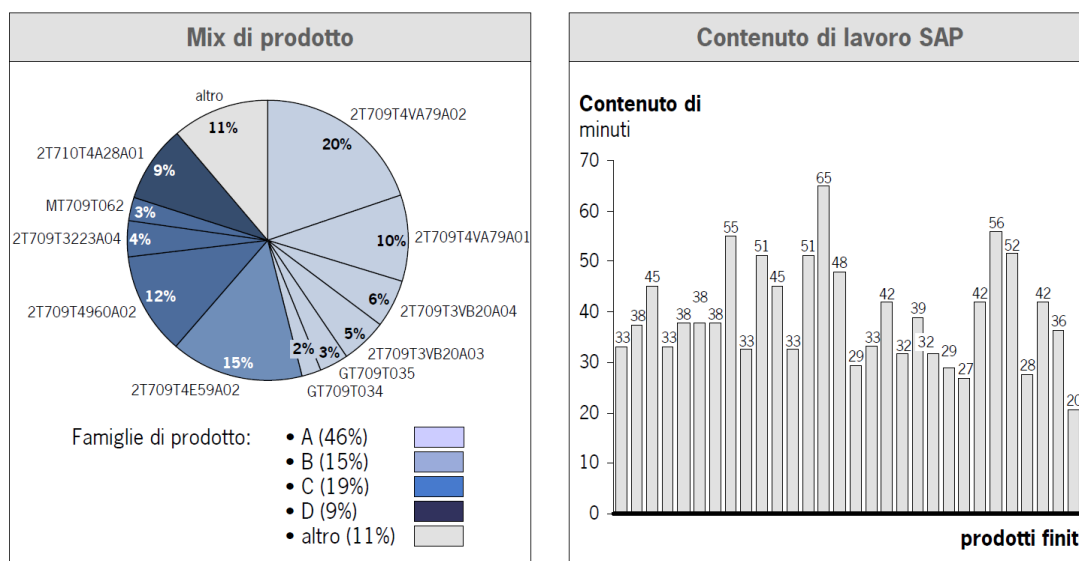
1. Sensibilizzare tutti i partecipanti ai principi della filosofia snella.
2. Aumentare l'ergonomia delle postazioni di lavoro.
3. Coinvolgere e formare gli operatori.

Il progetto è quindi stato sviluppato secondo le seguenti modalità:

- Analisi della situazione iniziale,
- Attività di formazione sia al Management sia agli operatori per illustrare i principi base delle logiche organizzative della produzione snella.
- Organizzazione del cantiere: aree e postazioni di lavoro
- Riorganizzazione della produzione limitatamente ad alcune famiglie di prodotti sulla base dei volumi previsti nel 2012, definendo il mix di prodotto processabile dalla linea TT07 in termini di famiglie processuali e contenuti di lavoro (fig 5.3.1)
- Organizzazione approvvigionamento materiali

---

<sup>11</sup> Riferito al takt time, si parla di insaturazione dell'operatore quando questo, si trova al termine della propria fase di lavoro in attesa dell'avanzamento della linea, tempi morti che non creano valore aggiunto.



**Figura 5.3.1: Famiglie di prodotto e contenuti di lavoro**

Per programmare le varie fasi del progetto sopra elencato, è stato redatto un diagramma di *Gantt*, (vedi Appendice A2). In esso sono state elencate tutte le attività di cui si componeva ogni punto e sono stati assegnati i lavori individuati ai membri del team. Il diagramma di *Gantt* ha fatto da base per la costruzione di un secondo diagramma, su foglio A0 con post-it di diverso colore che rappresentano le attività e l'avanzamento. Il diagramma è stato appeso a bordo linea in modo che fosse visibile a tutti per tenere presente l'obiettivo generale del progetto e il punto del percorso che si stava affrontando.

## 6 Inizio Kaizen in Trasmital

### 6.1 Analisi della situazione iniziale

#### *Localizzazione delle aree di workshop*

La scelta della Direzione Aziendale si è diretta verso l'ottimizzazione di una delle catene di assemblaggio presente nel reparto di montaggio e nominata TT07 ed i relativi premontaggi nelle isole TS16, TS19, nonché alle rilavorazioni nell'isola TT08. (figura 5.3.2).

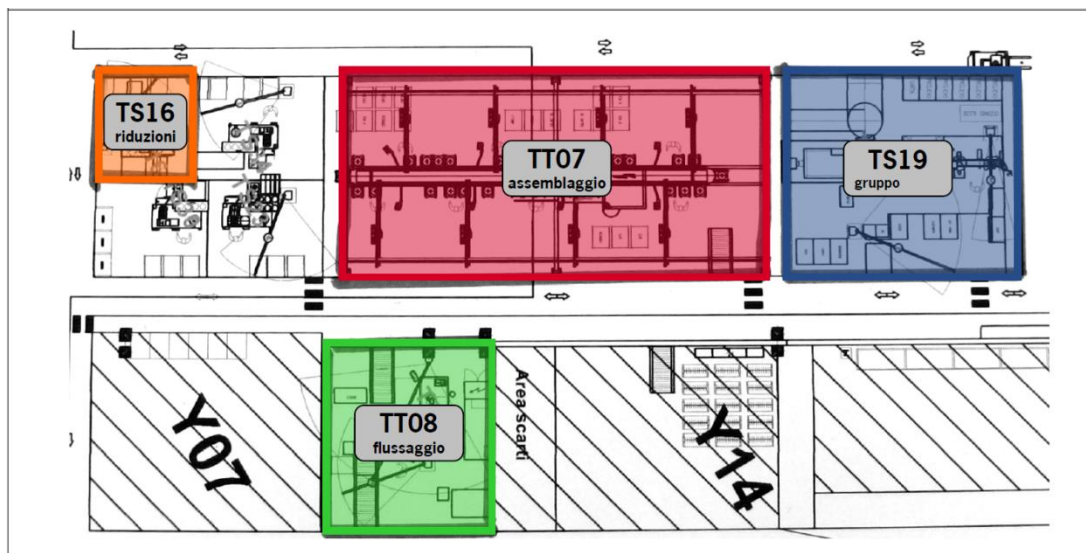


Figura 5.3.2: Area di Workshop

Prima della riorganizzazione della Porsche Consulting, l'area in esame era strutturata per reparti di lavoro organizzati per fasi di montaggio, ognuno dei quali produceva a lotti e disgiunti gli uni dagli altri. In ogni postazione di ogni isola, erano presenti un banco di lavoro ed un'area di stoccaggio a terra per il posizionamento del semilavorato, delle finiture, e in fondo alle catene di montaggio, aree adibite al prodotto finito in attesa che questo venisse trasferito in magazzino o in altre linee addette all'assemblaggio finale.

Le attività sono partite con una raccolta dei dati necessari per fotografare la situazione, lay-out dell'area prescelta, la descrizione dei flussi più rilevanti e il carico di lavoro sostenuto dagli operatori.

Le stazioni servite del materiale, prima da mulettisti, che prelevando dal magazzino collocavano i vari componenti contenuti in appositi pallet in aeree adibite alla sosta in attesa di essere smistate dal capo isola nelle varie postazioni.

Ogni operatore, procuratosi la minuteria richiesta dalla bolla di montaggio, ubicata questa in diversi scaffali posti in settori differenti, comuni a tutte le postazioni e isole adiacenti, si spostava di volta in volta lungo il percorso, anche se breve, dalla postazione di lavoro all'area di parcheggio assegnata alla stazione, per ogni fase di assemblaggio di ogni riduttore durante il turno.

L'obiettivo è di aumentare l'efficienza e diminuire il tempo di attraversamento tramite l'unione delle linee disgiunte in un'unica e instaurare il principio della cadenza.

Le linee TS16 e TS19 sono state integrate in modo da approvvigionare in Pull la linea di montaggio TT07.

La linea TT07 agisce da "pacemaker" e detta il ritmo di produzione alle linee integrate, evitando così, sovrapproduzione.

## ***6.2 I primi passi del processo***

I primi passi per la realizzazione della nuova linea TT07, ha interessato anche le 3 isole integrate adiacenti alla linea addette al premontaggio e flussaggio dei riduttori.

In questa fase di studio sono stati fondamentali gli incontri tra i partecipanti dei Team che hanno permesso di considerare tutte le varie caratteristiche e tematiche di queste attività di miglioramento della linea, tra le quali spicca la decisione di quali operatori coinvolgere e di come farli interagire.

Per realizzare questi primi passi si è deciso di optare per una soluzione che prevede l'utilizzo di 3 operatori in serie per l'assemblaggio in linea ed un logista che lavora in parallelo ad essi.

Con questa prima attività si è passati dalle 6 postazioni di lavoro, ognuna delle quali occupata da un operatore, più il capolinea della situazione precedente, a 3 operatori che svolgono, raggruppate ed equilibrate, le stesse mansioni dei 6 predecessori, ed il logista

che alimenta e rifornisce le stazioni in tempo reale, ottenendo fin da subito, una maggior specializzazione delle attività di assemblaggio e una maggior facilità nel mantenere in cadenza le postazioni del processo come da pianifica.

Conseguentemente la specializzazione ha portato a responsabilizzare significativamente gli operatori dell'isola e ha permesso una maggior consapevolezza dell'intero montaggio del riduttore, con conseguente e significativa diminuzione degli errori riscontrati in queste postazioni.

Oltre a migliorare l'efficienza degli operatori, le soluzioni attivate hanno permesso di ottenere anche dei benefici a livello strutturale permettendo di ridurre i vincoli legati al mix produttivo, aumentandone la flessibilità, elemento questo che ha permesso alla pianificazione di produzione di soddisfare meglio le richieste commerciali.

### **6.3 *Heijunka, Heijunka box: Produzione Pull***

La disponibilità del materiale direttamente in linea, (pianificato nella programmazione della produzione nell'*Heijunka Box* (fig.6.3)) ha particolarmente ridotto la giacenza e le movimentazioni in eccesso del materiale. (Par. 7.14)

Il materiale sequenziato (Par.7.12.2) proveniente dal magazzino è consegnato in “Just in time” sulla linea TT07 da un carrellista, secondo le modalità definite nell'*Heijunka Board*;

La frequenza di aggiornamento Heijunka deve avvenire ogni ora controllando la lista di prelievo nell'*Heijunka Box* per il prelievo del materiale dai magazzini e la consegna del materiale a bordo linea secondo le modalità previste e descritte dal JIS.

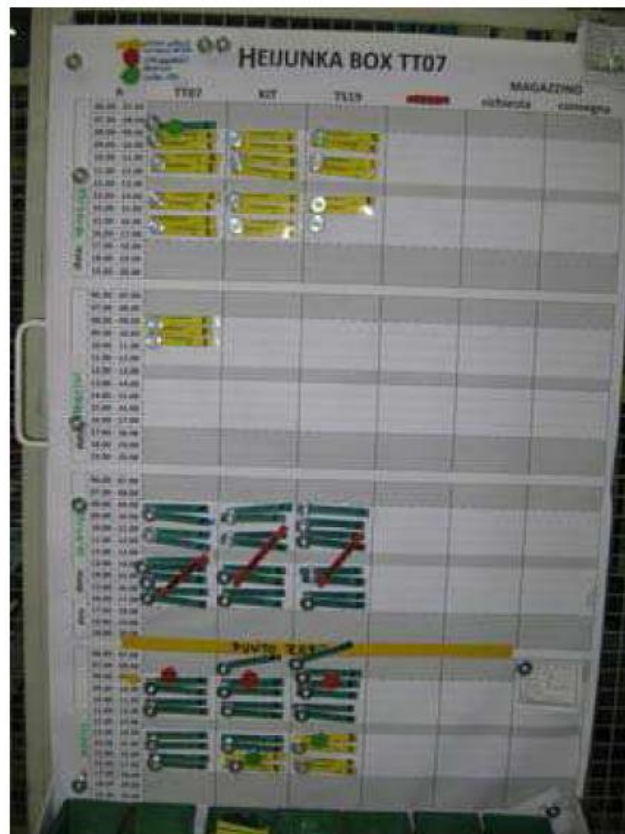


Figura 6.3: Heijunka Box

### *Heijunka Box:*

Strumento utilizzato per livellare il mix e i volumi di produzione distribuendo kanban all'isola ad intervalli di tempo fissati, questo ha portato il livellamento della domanda in piccoli intervalli di tempo (chiamati *pitch*; quantità di tempo necessario per produrre un riduttore finito), invece che rilasciare programmi per un turno intero, un giorno o una settimana.



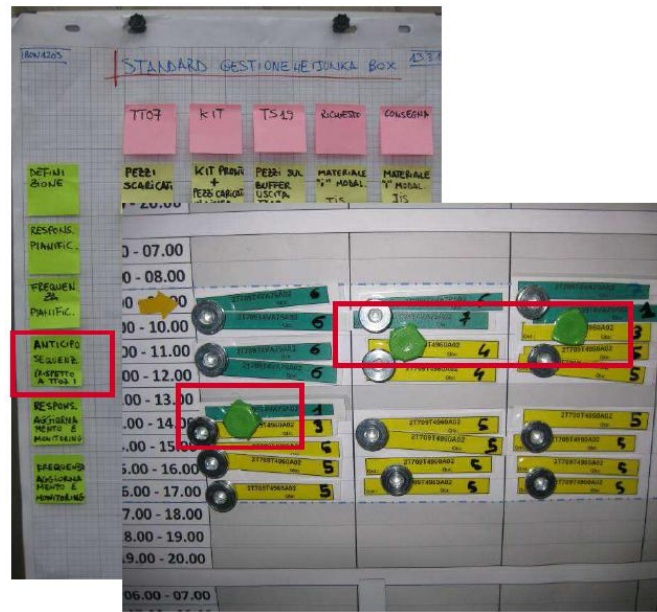


Figura 6.3.1: Heijunka

In questo modo consente di livellare la domanda anche come mix facilitando il cambio dei lotti; il cambio lotto viene pianificato tramite Heijunka (fig.6.3.1) e gestito attraverso segnali dedicati come quelli riportati in figura 6.3.2.



Figura 6.3.2

La schedulazione delle attività previste per la settimana di partenza del cantiere è stata affidata alla società di consulenza.

Definiti quindi i confini dell'analisi iniziale, redatto un piano di lavoro concernente le mansioni e le definizioni (Workshop Definition Sheet Par. 5.3), si è creato un corpo di lavoro Workshop (Workshop Par.6.4), cioè un gruppo di miglioramento costituito da membri eterogenei ed interfunzionali.

#### **6.4 Attività di formazione al management e agli operatori**

##### *Workshop team*

Un aspetto fondamentale risiede sicuramente nella formazione del personale, sia quello coinvolto direttamente nelle attività Kaizen, sia quello indiretto.

Durante gli interventi Kaizen è fondamentale che tutti i partecipanti del team riescano ad individuare correttamente i muda (sprechi) e per fare questo è necessario procedere in modo graduale alla loro formazione, sia in aula ma anche sul luogo di lavoro, nel caso, in Gemba. Difatti la fase iniziale di training che è parte integrante di ogni singola attività Kaizen, permette di stabilire una sorta di linguaggio comune tra i membri del Team, necessario per la buona riuscita dell'attività. Questo si traduce non solo nel comprendere gli sprechi generati dalla sovrapproduzione di un certo tipo di semilavorato, ma anche che bisogna mettere in discussione le proprie idee o piuttosto comprendere che cosa si intende con esattezza valore aggiunto, sapendo quindi distinguere i muda da ciò che è valore per il cliente, anche se si tratta di un cliente interno.

La formazione e l'informazione è stata fatta in modo pressoché costante arricchendo i contenuti trattati con svariati esempi e strumenti secondo l'obiettivo demandato al Team, informando il personale aziendale attraverso delle presentazioni (effettuate dal Team di lavoro) intermedie e finali sul lavoro svolto.

L'ostacolo maggiore al cambiamento è sempre rappresentato dalla resistenza delle persone, in particolar modo, dagli operatori che, per paura di non riuscire a sviluppare le nuove competenze, per paura di trovarsi spaesate dal nuovo metodo di lavoro a cui sono abituate da anni, per il timore di perdere le posizioni e le attitudini consolidate, o semplicemente per pigrizia, si oppongono al diverso modo di pensare. Con l'aiuto della società di consulenza che segue tutto'ora il progetto, si sono programmati dei corsi di addestramento alla nuova mentalità rivolti a tutti i livelli dell'azienda, a cominciare dai responsabili di ogni reparto.

L'approccio stabilito per la formazione degli operai è stato però di tipo diverso: poiché l'azienda nel suo passato aveva già tentato di avviare un progetto sulla produzione snella, si aveva buona ragione di credere che gli operatori, già scettici di fronte a qualsiasi forma di cambiamento, dopo anni che si erano abituati ad un certo tipo di produzione, si sarebbero opposti con decisione anche a questa iniziativa. Per questo si è scelto di procedere coi primi interventi kaizen costituendo, di volta in volta, dei team che comprendessero solamente l'operaio (o gli operai) che lavoravano in quelle fasi di assemblaggio, così da spiegare in modo più diretto il nuovo sistema di gestione, e da

raggiungere con loro soluzioni migliorative riguardanti le proprie postazioni di lavoro. E' dimostrato infatti che è meglio agire e mostrare subito i risultati per coinvolgere maggiormente e convincere gli operatori del nuovo modo di produzione, piuttosto che concentrarsi troppo su aspetti teorici in una fase di introduzione nella quale la scarsa familiarità con gli argomenti non può consentire un'adeguata assimilazione dei principi base.

Un altro aspetto fondamentale nella formazione dell'operatore è la sua flessibilità nelle lavorazioni che può compiere. E' importante infatti, per evitare che la linea si fermi in caso di assenza di un lavoratore, che ogni operaio riesca ad assumere le competenze per lavorare in più fasi diverse. Per questo all'inizio del progetto si è proceduto ad una mappatura delle competenze degli operatori.

*Stimolare la motivazione: il coinvolgimento e la formazione;*

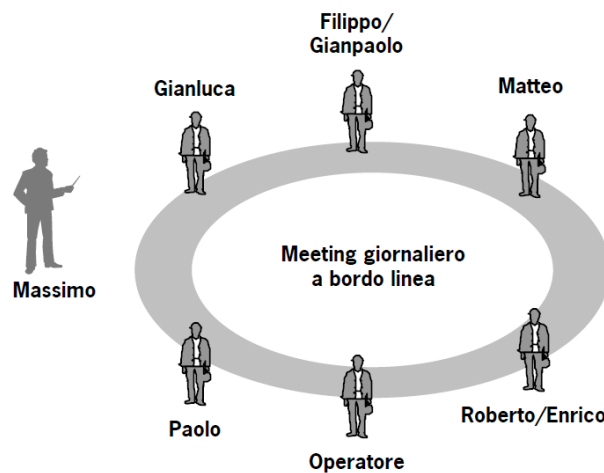
Durante le otto settimane il team di workshop ha dimostrato grande partecipazione e forte motivazione nel raggiungimento degli obiettivi. Serviva un cambiamento radicale del modo di pensare, vedere, riflettere e agire ma non solo del gruppo workshop ma dell'intera azienda per poter applicare tale metodologia a tutte le attività lavorative.

Gran parte del lavoro del gruppo Porsche è diretto a formare tutti i partecipanti per creare un linguaggio Kaizen comune in modo da riuscire a identificare insieme tutti gli sprechi dell'attività in analisi e formare quindi un gruppo unito in cui l'obiettivo è condiviso e i partecipanti lavorano coesi per raggiungerlo. Di vitale importanza anche il ruolo del management che ha anche il compito di proteggere il team da eventuali attacchi dall'ambiente in cui è inserito.

Il gruppo di lavoro composto da molteplici elementi è stato suddiviso in due team:

### *Team di linea:*

Sistematico per il completamento del progetto; Il Team costituito da Capo reparto, Capo isola, ufficio Pianificazione, Magazziniere, Operatore premontaggio, Operatore montaggio, un responsabile ufficio vendite e il coordinatore, si riunisce *quotidianamente* per:



- Analizzare le *perdite di produzione* del giorno.
- Valutare le *idee di miglioramento*.
- Decidere le azioni e inserirle *nel Giornale Kaizen* della “Lavagna di linea”.

Un team che, per la sostenibilità nel tempo del progetto, ha il compito di implementare meeting cadenzati e un sistema di report standardizzato.

Tutte le attività devono essere svolte e documentate utilizzando la modulistica standard sviluppata per la settimana kaizen quali l'analisi del flusso delle operazioni, una scheda “idea kaizen” per rappresentare le proposte di miglioramento, un “kaizen news” dove indicare le attività da completare, un “targhet sheet” che mostra i risultati ottenuti giorno per giorno.

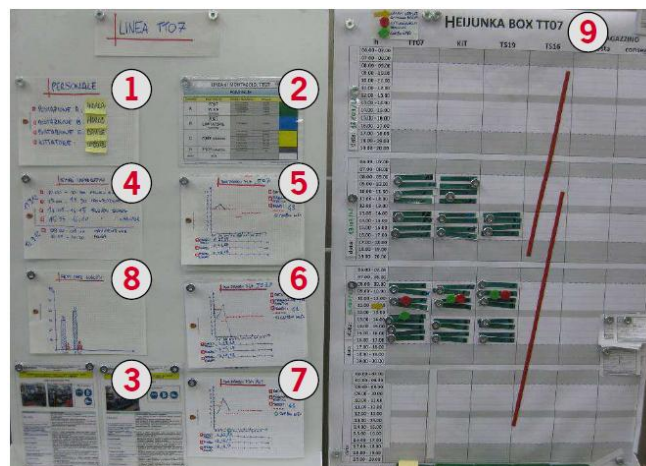
Negli uffici la standardizzazione delle procedure consente di rendere veloci tutte le pratiche relative alla gestione del prodotto, dei clienti e dei fornitori, e permette inoltre di essere capaci di rispondere con prontezza a situazioni impreviste, grazie alla presenza di operazioni già predefinite che indichino come muoversi in queste situazioni.

### *Lavagna di linea:*

Per sostenere le attività Kaizen è stata definita una “lavagna di linea” con indicatori chiave di performance della linea, dei preassemblaggi e della logistica quali:

- Contenuto:

- 1) Personale posizionato in linea
- 2) Identificazione famiglie di prodotto
- 3) Dispositivi di protezione (DPI)
- 4) Fermi linea e casuali
- 5) Produttività oraria TT07
- 6) Produttività oraria TS19
- 7) Produttività oraria Kitting (Kit)
- 8) First Time quality (prodotti buoni al primo colpo)
- 9) Heijunka Box di linea



Lavagna di linea

- Regole:

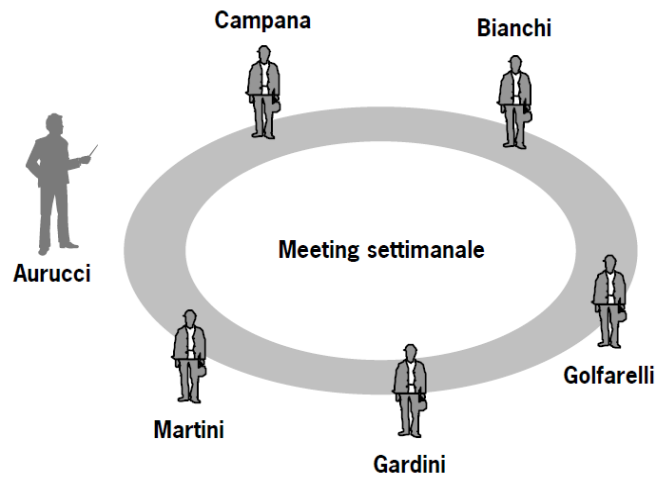
- 1) Il *capolinea* ha la responsabilità di tenere aggiornata la lavagna, in aggiunta alle sue mansioni di assortimento dei carrelli (Logista).
- 2) Un *team interfunzionale* ha la responsabilità di implementare la raccolta delle proposte di miglioramento sulla lavagna di linea, della loro valutazione ed eventuale applicazione.

*Team di supporto:*

Anch'esso sistematico per il completamento del progetto:

Il Team, costituito dal controllo qualità, responsabile di produzione, responsabile ufficio tecnico, responsabile logistica, coordinatori e collaboratori, si riunisce *settimanalmente* per:

- Valutare lo *stato di avanzamento* delle attività in corso.
- Modificare e/o *integrare* le attività in corso.
- Discutere e pianificare *nuove attività* e/o richieste di modifica.



Un team che monitorizza e coordina le attività di richiesta modifica (RM) tenendo un meeting settimanale con le funzioni coinvolte.

Le prime dinamiche attuate nel *Gemba*<sup>12</sup> trovarono subito difficoltà con alcune persone presenti ai lavori, scettici, critici o visibilmente contrari all'innovazione e alle conseguenze che comportava.

Tutti i lavoratori diretti e indiretti impegnati nel progetto sono stati chiamati a partecipare attivamente al cambiamento aziendale, avendo la possibilità di proporre anche individualmente soluzioni alle varie problematiche che ostacolavano la buona riuscita del progetto finalizzato ai suoi obiettivi. Il workshop team, formato da personale eterogeneo è una delle chiavi vincenti: questo team di lavoro dedicato si è occupato di analizzare, come vedremo in seguito, i processi migliorativi, le tempistiche, la formazione, generando idee e implementandole.

---

<sup>12</sup> GEMBA, in giapponese è il luogo dove avviene il lavoro e dove si realizza il valore, potrebbe essere: una linea produttiva, un ufficio, uno sportello di banca, una corsia di ospedale, un ufficio comunale.



La corretta configurazione dei processi produttivi, associata a strumenti semplici ed efficaci, ha portato alla luce l'individuazione e risoluzione di molteplici problemi ottenendo sistemi di funzionamento altamente produttivi, flessibili e redditizi. L'insegnamento e istruzione della Porsche consulting al team interessato è articolato in tre fasi:

1. *Spiegazione e simulazione*
2. *Osservazione e discussione*
3. *Ottimizzazione e risultati*



Just in time attraverso Box Game



Attraverso questo gioco i partecipanti avevano la possibilità di comprendere i fondamenti delle colonne portanti del Jit come Pull, One Piece Flow, flusso, zero errori e Cadenza, senza dover rischiare nulla e quindi aprendosi al coinvolgimento creato attorno all'attività del Team e sperimentando in prima persona le “filosofie” nelle diverse fasi di un ciclo produttivo (dal magazzino al pre-assemblaggio dei componenti, all'assemblaggio finale ed al successivo controllo qualità), valutando i progressi in termini di tempi di attraversamento, giacenze, spazio, output, produttività.

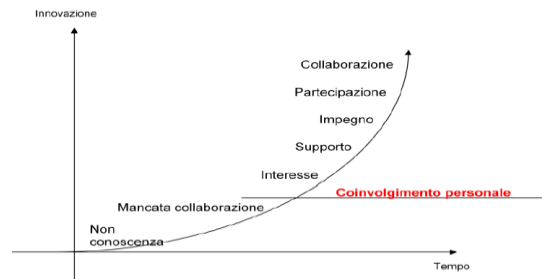
# Ottimizzazione e risultati

## Risultati

89

personale a tutti i livelli, risultante un elemento fondamentale per le attività di miglioramento continuo.

ANDAMENTO CON LA COLLABORAZIONE



Grado di collaborazione e coinvolgimento personale

### 6.5 Just in time: il tempio.

Cruciale, per i partecipanti del Team di lavoro selezionato è stato la spiegazione del JIT (fig. 6.5) per far comprendere appieno come sono collegati gli strumenti spiegati durante il training con i principi della filosofia esposta.

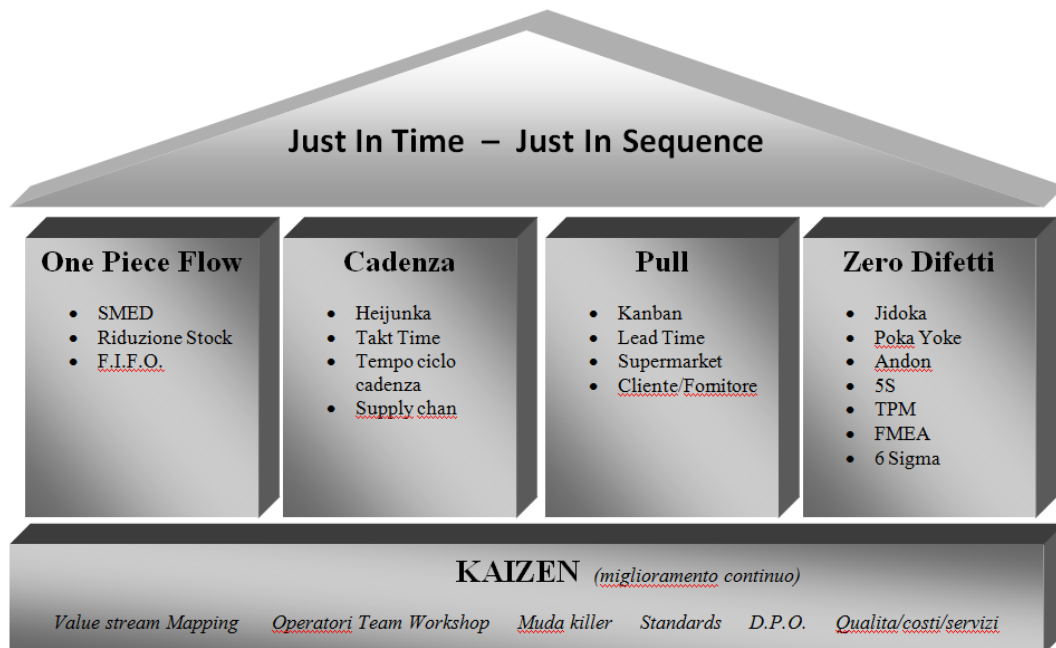


Figura 6.5: Il tempio

La figura aiuta a capire meglio il concetto del tempio del JIT, dove a livello visivo si nota una casa, formata da fondamenta, mura (o pilastri) e tetto;

Le fondamenta devono essere ben solide per poter reggere successivamente la costruzione dei pilastri, ottenendo quindi il consenso generale del Team di lavoro. Nelle fondamenta della figura 6.5 sono elencati gli strumenti chiave da usare per costruire in modo corretto questa base fondamentale per il proseguo del miglioramento continuo.

Analogamente si passa alla spiegazione dei pilastri che per sorreggere il tetto devono essere eretti simultaneamente e a pari modo (Fig. 6.5.1).

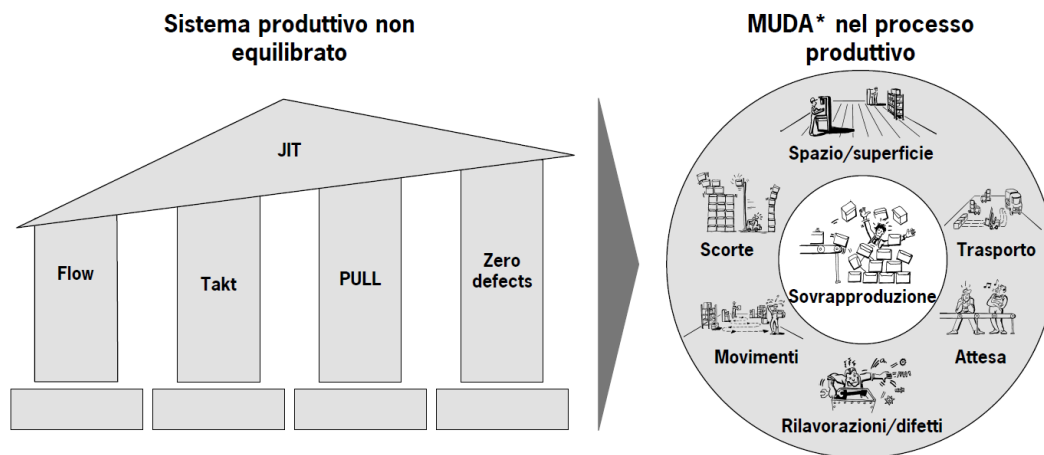


Figura 6.5.1

All'interno di ogni singolo pilastro sono spiegati gli strumenti da utilizzare o che se utilizzati portano alla realizzazione di quel principio espresso dalla colonna (Pull, One piece flow, Cadenza, Zero errori).

Nella costruzione di questo tempio si sono poi considerati anche le tecniche come *il Six-Sigma* e *FMEA (Failure modes and effects analysis)* che, benché occidentali, hanno contribuito a snellire il flusso dei processi aziendali.

## 7 Sviluppo Kaizen in Trasmital

### 7.1 *L'organizzazione del cantiere*

Onde evitare la dispersione di energie, tempo e risorse, si è attuata una procedura standardizzata nelle fasi dell'attività di workshop, suddivisa secondo lo schema classico del PDCA (Plan, Do, Check, Act) di Deming, che, in una forma più consona è stato similmente tradotto in F.A.R.E. e riportato brevemente a monito;

**Focalizzare:**

definire l'area d'intervento, il campo di azione del workshop e i confini operativi in cui l'attività deve muoversi

**Analizzare:**

Analizzare l'area in esame attraverso gli strumenti di analisi Kaizen come il diagramma a spaghetti, la lista degli sprechi (Muda check), diagramma di flusso dei processi e delle operazioni, tempi ciclo operatori, tempi attraversamento del processo analizzato, layout, (argomenti che vedremo in seguito) acquisiti durante il corso di formazione.

**Risolvere:**

Sessioni di Brainstorming dove generare quante più idee possibili per poi convergere verso soluzioni condivise e attuabili.

**Eseguire:**

Trovate le soluzioni, identificare le azioni da seguire e come pianificarle per attuarle.

La prima attività attuata nel *Gemba* è stata l'applicazione ed esecuzione in toto delle 5S e anch'esse, trovarono difficoltà con alcune persone presenti ai lavori. Purtroppo le resistenze nelle fabbriche, proveniente da vari livelli gerarchici, non sono sempre di facile gestione; dal responsabile che vede del tempo portato via alla produzione, all'operatore che preferisce adottare creatività e fantasia piuttosto che selezionare, schematizzare o riordinare come la "donna delle pulizie". Per creare una più forte coesione collaborativa, è stata istituita una sessione di training diretta a tutti gli operatori e responsabili che non hanno partecipato direttamente al corso indetto dalla

Porsche Consulting al fine di avvicinarli, almeno a livello teorico e culturale alla metodologia.

Gli stessi, cercando di spiegare al personale operativo e non, senza imposizioni, quanto possa essere utile la metodologia, dimostrando, tramite esempi pratici, i benefici in termini di miglioramento dell'ambiente di lavoro per gli uni, e la riduzione dei tempi agli altri, hanno dato un valido contributo nel renderli maggiormente partecipi e motivati del piano di applicazione, o se non altro, meno ostili.

## 7.2 Riorganizzazione dell'area di lavoro

Prima di iniziare la strutturazione del piano 5S, i team, addestrati dai consulenti, dopo aver affisso a ricordo nella bacheca di bordo linea un tabellone riportante i 5 punti salienti, si sono prodigati, prima nel visionare ed ispezionare tutte le aree interessate, per comprendere le problematiche generali ed intervenire di primo acchito su quelle di necessità maggiore ed impellente, poi redatto un primo resoconto delle ispezioni, si è proceduto con l'attrezzaggio di oggetti utili quali i carrelli logistici (Par.7.11.1) e la definizione di un piano organizzato contenente tempistiche ed operazioni da intraprendere con scadenze giornaliere della settimana.

| N° | DESCRIZIONE OPERAZIONE                                   | TEMPO |
|----|--|-------|
| 01 | INSEGNAMENTO SEGNALI E SPINA                             | 10'   |
| 02 | INSEGNAMENTO DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 03 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 04 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 05 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 06 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 07 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 08 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 09 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 10 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 11 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 12 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 13 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 14 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 15 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 16 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 17 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 18 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 19 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 20 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 21 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 22 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 23 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 24 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 25 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 26 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 27 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 28 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 29 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 30 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 31 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 32 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 33 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 34 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 35 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 36 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 37 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 38 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 39 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 40 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 41 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 42 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 43 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 44 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 45 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 46 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 47 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 48 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 49 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |
| 50 | APPLICAZIONE DI MARCHIATO BORDO E SOTTO BORDO IN ENTRATA | 10'   |

Figura 7.2: 5S Point

Suddivisa l'area di lavoro in varie sottoaree, ognuna delle quali assegnata ad un responsabile (di livello operativo), si è adibita una sorta di “5S point” (fig.7.2) dove inserire di volta in volta, le informazioni utili, lavori da fare, riparazioni da effettuare, migliorie, la lista dei responsabili area per area, le comunicazioni urgenti, l'avanzamento del piano di lavoro ed infine i risultati ottenuti di ogni operazione conclusa. Ogni singola azione Kaizen è strutturata per dimostrare di aver ottenuto un miglioramento misurandone il *prima* e il *dopo* l'intervento, valutando di conseguenza anche l'entità del miglioramento stesso. Quest'ultimo aspetto è fondamentale per le attività di miglioramento continuo perché oltre a giustificare in sé il lavoro svolto, è anche necessario come sponsor e stimolo per i successivi interventi.

Questo lavoro iniziale dei Team finalizzato al comune obiettivo dell'applicazione dei principi Lean, ha permesso, oltre che la realizzazione di standard per il posizionamento del materiale (fig.7.3), di creare quella trasparenza necessaria per l'eliminazione dei muda, di ridurre sensibilmente le scorte a bordo linea, liberando aree e risorse di movimentazione.

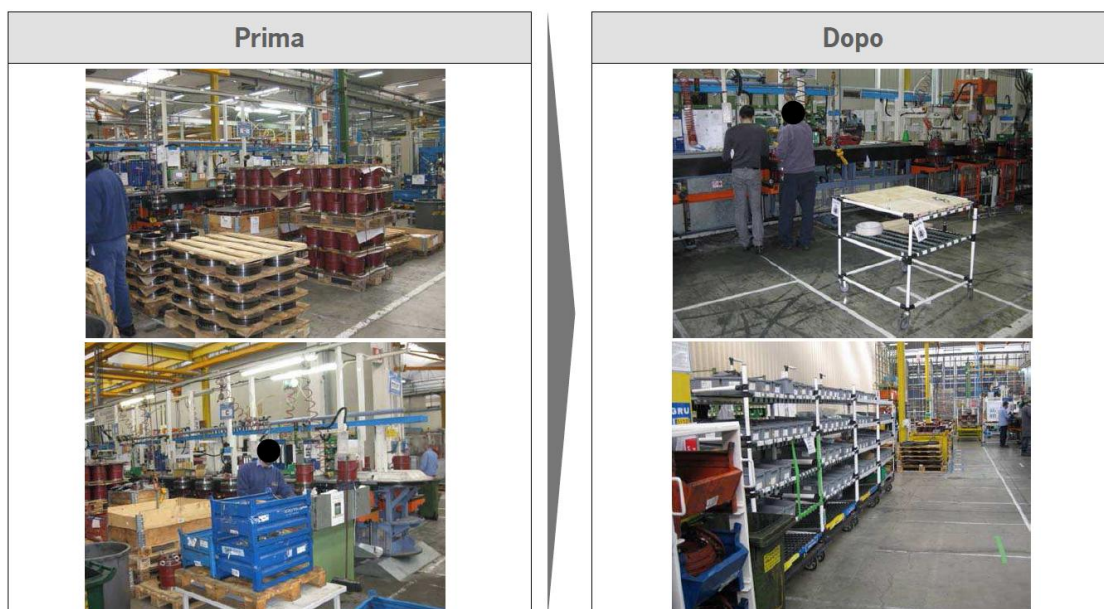


Figura 7.2.1: Prima e dopo l'intervento Kaizen

### **7.3 Organizzazione delle postazioni**

Per riconfigurare le stazioni si è sempre fatto riferimento alle 5S, strumento basilare della Lean Production che ha fatto da guida per tutte le attività svolte durante l'analisi. La riconfigurazione della fase di montaggio di ogni postazione partiva con la costituzione di un piccolo team di lavoro che comprendesse l'operaio, uomini del Team tecnico che tenevano le fila del progetto, personale della Qualità, capo turno, capolinea e talvolta personale del magazzino addetto al provvigionamento sincronizzato della linea. Il lavoro si concludeva con un evento kaizen, in cui l'area veniva fisicamente sgombrata, ripulita e risistemata in base ai risultati stabiliti dell'analisi.

### **7.4 Organizzazione delle 5S**

Il Team, costituito appositamente per la riconfigurazione della fase, deve mettere in pratica i risultati emersi dagli studi eseguiti fino a quel momento. In particolar modo la scelta degli standard ha riguardato una grossa fetta dei lavori di riconfigurazione. Il concetto che sta alla base delle "5S" è semplice: sistemazione, ordine e pulizia sono essenziali per raggiungere l'eccellenza, e senza di esse non può essere garantita la sicurezza, la qualità, l'efficienza produttiva e il benessere di chi lavora.

Questi (vedi...) sono :

1. Seiri: Separare e Selezionare
2. Seiton: Riordinare e Organizzare
3. Seiso: Pulire
4. Seiketsu: La ricerca degli standard
5. Shitsuke: Diffondere e Mantenere

#### *Seiri: Separare e Selezionare*

Per quanto riguarda il caso TT07, uno degli sprechi maggiori era costituito dall'elevato numero di

attrezzi inutili presenti in fase. Durante l'osservazione dell'operatore al lavoro sono stati quindi individuati tutti e soli gli attrezzi utilizzati e la rispettiva posizione sul layout su cui venivano chiamati in causa. Si è provveduto a costruire, per ogni fase studiata, una

lista degli attrezzi che contenesse nome dell'attrezzo, foto, quantità ed eventuali note sull'uso che ne veniva fatto.

*Seiton: Riordinare e Organizzare*

Si procede quindi con lo studio della posizione migliore per utensili, attrezzature e materiali, fissando con chiarezza le singole posizioni e favorendo il mantenimento del nuovo ordine stabilito. Per quanto riguarda gli attrezzi, ad esempio, si è scelto di costruire dei pannelli verticali su cui potessero essere appesi tramite dei ganci removibili (fig 7.3).

Anche i banchi, banchetti e ripiani di lavoro sono stati resi “essenziali”, evitando tutta quella serie di terrazze, cassetti e appoggi di vario genere, che venivano sempre riempiti con materiale di ogni tipo, tipicamente abbandonato e poi dimenticato.



**Figura 7.3: Prima e dopo l'intervento Kaizen**

A questo punto si è osservato il lavoratore svolgere il suo normale lavoro, prendendo nota di tutti gli interventi che possono essere fatti per rendere più veloce il lavoro ed evitare gli sprechi, aiutandosi anche con foto o brevi video che descrivano il problema, ma soprattutto chiedendo all'operatore stesso quali siano i problemi in cui spesso si imbatte durante l'assemblaggio.



Capita sempre, in questa prima fase, che emergano degli spunti molto interessanti.

Si scoprono comunicazioni che l'operatore aveva già provato a dare numerose volte, ci si stupisce nel vedere che spesso gli attrezzi che si usano non sono quelli ottimali, che i pezzi molte volte mancano e l'operatore deve andare a cercarli in un'altra fase dello stabilimento, siano pure una manciata di viti di un certo tipo o rondelle per tappi.

#### *Seiso: Pulire*

Pulire ed ordinare sistematicamente le varie aree di lavoro, aiutano a scoprire i problemi che evitano al valore di "fluire" nella stazione di assemblaggio che deve essere svolta, quando necessario e in ogni caso alla fine di ogni turno, dallo stesso operaio che ci lavora.

#### *Seiketsu: La ricerca degli standard*

- Primo standard: la scelta del ritmo di produzione per tutte le fasi; "Takt Time"
- Secondo standard: tipologia di Kanban.
- Terzo standard: dimensione dei contenitori.
- Quarto standard: gestione degli attrezzi.
- Quinto standard: gestione visuale per la sicurezza;

Ogni stazione deve essere "identica" alle altre in termini di organizzazione del lavoro, poiché, in caso di Job Rotation, ogni operatore deve riuscire ad orientarsi nella nuova fase di lavoro. Con questo si è scelto di dare dei riferimenti "visuali" uguali per tutte le stazioni: palletizzazioni standard, pannelli attrezzi di tipo identico, contenitori uguali ecc. Tra questi riferimenti una grande importanza è rivestita dai colori, che assumono un potere segnaletico in termini di gestione dei materiali e in termini di sicurezza per il lavoratore.

- Sesto standard: gestione dei gruppi pressati

#### *Shitsuke: Diffondere e Mantenere*

Questi interventi kaizen conducono efficacemente all'obiettivo di ridurre gli errori di assemblaggio, aumentare la responsabilità delle persone e la rintracciabilità, ridurre il tempo di attraversamento globale, aumentare la flessibilità produttiva, migliorare

l'efficienza attraverso la riduzione del tempo ciclo per riduttore, ridurre il wip<sup>13</sup> tramite l'ordine e la pulizia delle aree e delle postazioni.

### 7.5 Riorganizzazione della produzione.

Prima di tutto è stato calcolato il **Takt Time**: il “ritmo” a cui adeguare la produzione per poter soddisfare i volumi richiesti dal mercato. La cadenza della linea è stata calcolata sulla base dei volumi di budget 2012 e dell'orario di lavoro al netto delle pause e in accordo sindacale. (fig.7.5.)

Calcolo della cadenza

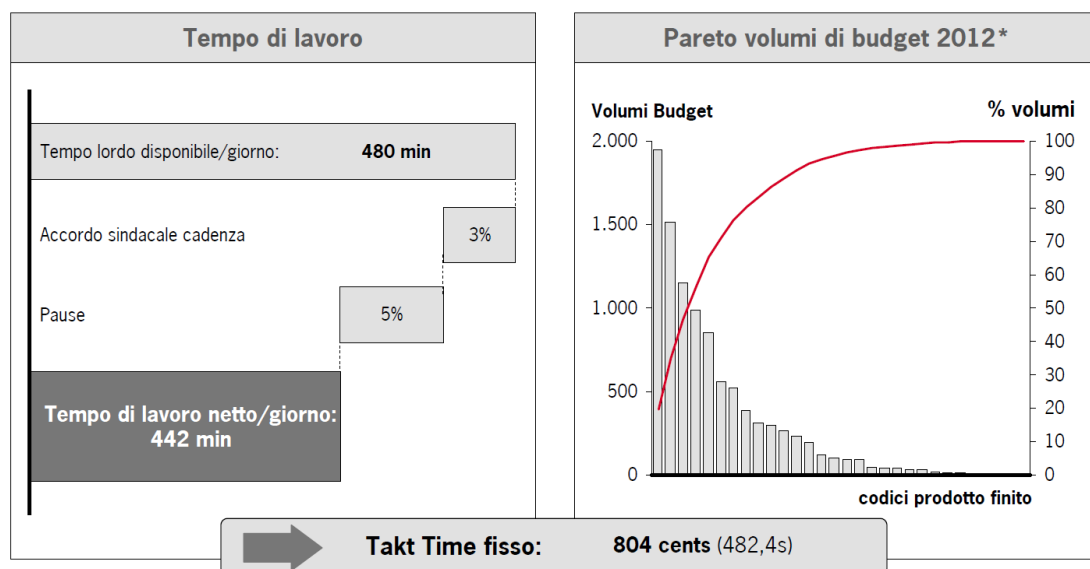


Figura 7.5: Takt Time

L'individuazione del Takt Time ha permesso quindi di definire la *cadenza produttiva minima* della linea.

Determinato il Takt Time, è stato definito il numero di stazioni/operatori della futura linea ed eseguito il bilanciamento delle fasi;

<sup>13</sup> Wip (work in process o work in progress): il wip esprime la quantità di materiale in corso di lavorazione.

Ogni postazione è stata analizzata dal punto di vista ergonomico (fig.7.7.3) sia in termini di attività di montaggio (Spaghetti chart) che di prelievo del materiale (Golden Zone diagram/Strike zone per postazione):

### **7.6 Organizzazione del flusso e analisi degli sprechi**

Le attività svolte e da svolgere sono state ricostruite su un tabellone mediante l'utilizzo di "post-it" colorati, in modo da separare, anche visivamente, le fasi a valore (verde) dalle altre: la movimentazione (giallo), lo stock (arancio) e il collaudo (rosa).



**Figura 7.6: Analisi del flusso e degli sprechi**

Il processo è stato rivisitato, riducendo per quanto possibile gli sprechi e riportando all'interno del flusso le fasi del collaudo e del flussaggio.

In seguito all'assemblaggio della prima famiglia di riduttori, si è passati alle successive per analizzare le problematiche dettate dalle diversità o le similitudini favorevoli.

Si sono studiati i cicli di Preparazione, di Assemblaggio, di Collaudo, di Montaggio degli Accessori e dove previsto, del flussaggio, separando le attività caratteristiche di un processo a flusso, da quelle che devono essere portate al di fuori della linea.

### ***7.7 Riorganizzazione delle postazioni di lavoro in ergonomia.***

L'ergonomia definisce i rapporti tra l'uomo, la macchina e l'ambiente di lavoro, visti secondo un'ottica interdisciplinare che coinvolge l'anatomia, l'antropo-metria, la fisiologia, la psicologia, l'igiene del lavoro oltre, ovviamente, all'ingegneria ed all'organizzazione del lavoro stesso. Essa considera l'uomo come soggetto centrale a cui i restanti elementi del processo produttivo devono adattarsi.

Con il supporto dell'azienda consulente e i suggerimenti degli stessi operativi in grado di valutare i difetti e le inefficienze così come le migliorie, il risultato di tale studio si è concretizzato nel raggiungimento di obiettivi fondamentali come la sicurezza, il benessere e il rendimento dell'operatore. Questi obiettivi devono essere perseguiti sia in questa fase di progettazione del sistema, sia in un ottica Kaizen, ossia un'evoluzione di miglioramento continuo nel tempo.

Durante la prima settimana di workshop è stato svolto il MUDA-Check (fig 7.7.1) tramite l'applicazione delle 5S ed un'analisi dettagliata (fig.7.7.2) di tutte le postazioni di lavoro della linea e dei premontaggi, e in seguito, ogni postazione è stata esaminata nell'ambito delle attività lavorative dal punto di vista ergonomico per le prestazioni di montaggio e prelievo del materiale (fig.7.7.3)

| Tipi di spreco             |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| MUDA CHECK LINEA + PERKSEN |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| ROUTING DATA               | START / FINISH | START / FINISH | START / FINISH | START / FINISH | START / FINISH | START / FINISH | START / FINISH | START / FINISH | START / FINISH |
| TOP A                      | ↑              | ↑              | ↑↑             | ↑↑             | ↑              | ↑              | —              | —              | —              |
| TOP B                      | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑↑            | ↑↑             | ↑↑             | —              | ↑              | —              | —              |
| TOP C                      | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| TOP D                      | ↑              | ↑↑             | ↑              | ↓              | ↑↑↑            | —              | —              | —              | —              |
| TOP E                      | ↑              | ↑↑             | ↑              | ↑              | ↑              | ↑↑             | —              | —              | —              |
| TOP F                      | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | —              | —              | —              |
| TOP G                      | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | ↑↑             | —              | —              | —              |
| TOP H                      | ↑              | ↑↑             | ↑              | ↓              | ↑              | —              | —              | —              | —              |
| TOP I                      | —              | ↑↑↑            | ↑↑↑            | ↑              | ↑              | ↓              | —              | —              | —              |

**PORSCHE CONSULTING**

Analisi 7 tipi di spazio

**TPO.02**

Logo Porsche Consulting

Logo Porsche Consulting

| Tipo                  | Descrizione  | Tipo                  | Descrizione  |
|-----------------------|--|-----------------------|--|
| Spazio/superficie     | La superficie è il luogo in cui si svolge l'attività. È il luogo in cui si svolge l'attività. È il luogo in cui si svolge l'attività.  | Spazio/superficie     | La superficie è il luogo in cui si svolge l'attività. È il luogo in cui si svolge l'attività. È il luogo in cui si svolge l'attività.  |
| Scorte                | Le scorte sono le risorse che si utilizzano per svolgere l'attività. Sono le risorse che si utilizzano per svolgere l'attività. Sono le risorse che si utilizzano per svolgere l'attività. | Scorte                | Le scorte sono le risorse che si utilizzano per svolgere l'attività. Sono le risorse che si utilizzano per svolgere l'attività. Sono le risorse che si utilizzano per svolgere l'attività. |
| Movimento             | Il movimento è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.   | Movimento             | Il movimento è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.   |
| Trasporto             | Il trasporto è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.   | Trasporto             | Il trasporto è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.   |
| Azione                | L'azione è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.   | Azione                | L'azione è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.   |
| Servizi/apprezzazione | I servizi/apprezzazione sono le attività che si svolgono in un luogo. Sono le attività che si svolgono in un luogo. Sono le attività che si svolgono in un luogo.                          | Servizi/apprezzazione | I servizi/apprezzazione sono le attività che si svolgono in un luogo. Sono le attività che si svolgono in un luogo. Sono le attività che si svolgono in un luogo.                          |
| Rilascio/affetti      | Il rilascio/affetti è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.  | Rilascio/affetti      | Il rilascio/affetti è l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo. È l'attività che si svolge in un luogo.  |

Logo Porsche Consulting



### Figura 7.7.1: MUDA-Check

### Figura 7.7.2 Analisi dettagliata

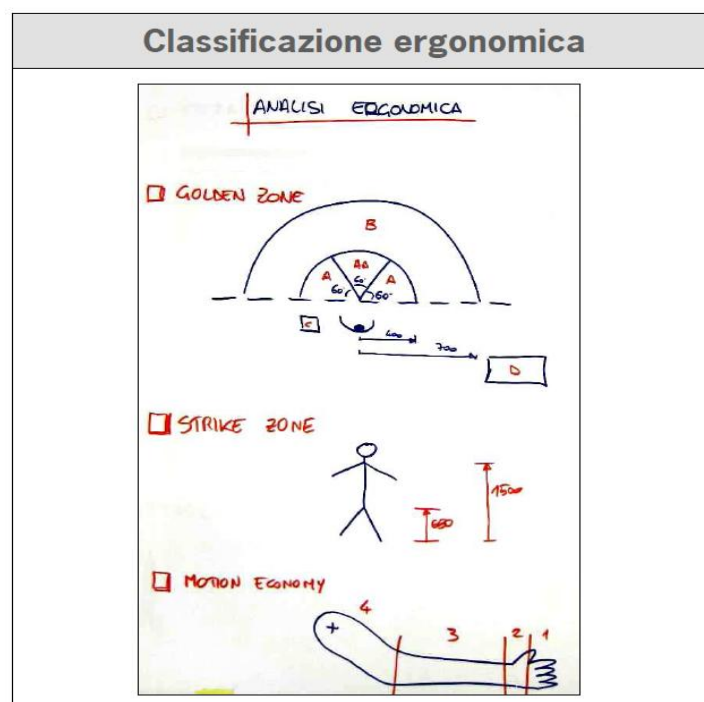


Figura 7.7.3: classificazione ergonomica per ogni postazione

### 7.7.1 Diagramma a spaghetti – spaghetti Chart

Il diagramma a spaghetti (fig.7.7.4.) consiste nella rappresentazione grafica degli spostamenti compiuti da operatori e materiali nel processo. E' importante illustrare tutti i movimenti (di merci/materiali, persone, informazioni) con delle linee che congiungono i punti di partenza e di arrivo. Tali linee non devono necessariamente essere rettilinee: se disegnate a mano libera, possono assumere proprio la forma di "spaghetti". Questo grafico cattura la situazione e mostra visualmente che cosa accade nel processo. Identifica i punti dove occorre apportare dei miglioramenti ovvero opportunità significative per l'eliminazione o riduzione di sprechi e fornisce dati reali sui quali prendere decisioni.

Allo scopo di ridurre tali distanze è stata proposta una riorganizzazione dell'area<sup>14</sup> in modo da ricavare attorno alla macchina delle aree destinate al materiale grezzo del prodotto in lavorazione e di quello successivo (output e input che vedremo in seguito), ad un area adibita sul supermercato, al ricovero dei carrelli vuoti e a quelli preparati pronti all'esercizio. Questo strumento ha messo in evidenza come l'operatore disperde buona parte del suo tempo per la ricerca e il prelievo del materiale, sottraendone alla creazione del valore rappresentato dall'assemblaggio.

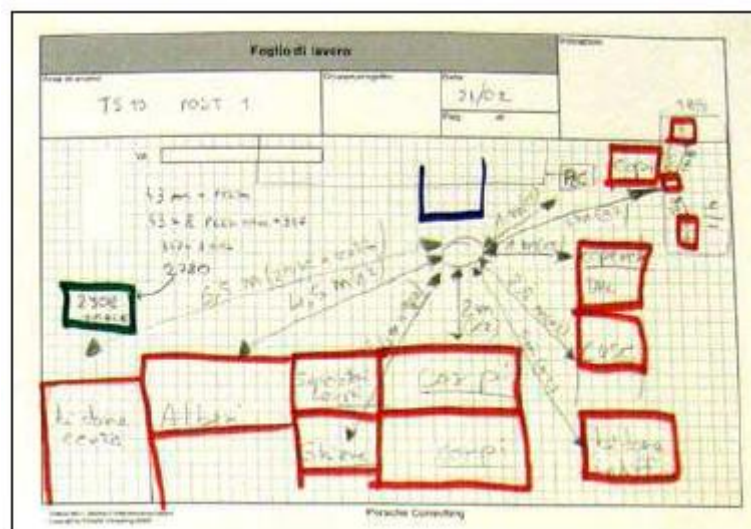


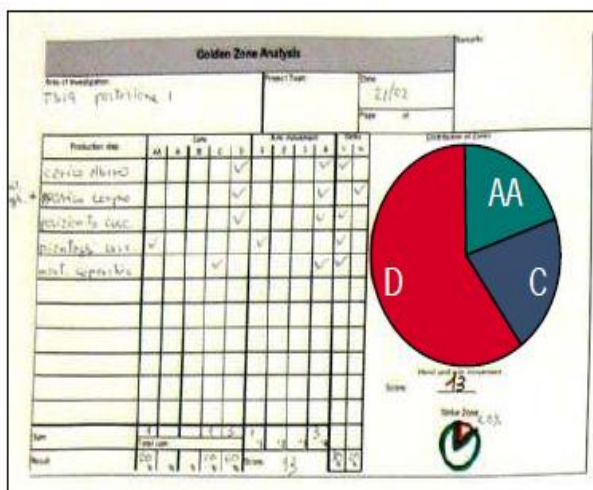
Figura 7.7.4: Diagramma a spaghetti (spaghetti Chart)  
Trasporti e movimenti: valutazione del cammino per turno di lavoro

<sup>14</sup> Vedi golden zone e strike zone diagram

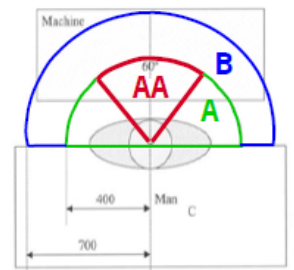
### 7.7.2 Golden zone diagram / strike zone per ogni postazione

### Localizzazione delle attività e del prelievo dei materiali:

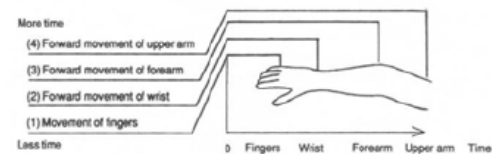
Analisi preliminare (fig.7.7.5) e studio delle attività svolte dall'operatore in ogni postazione con il fine di ridurre gli sforzi, cambiando, dove e quando possibile nel rispetto della salute e sicurezza, il layout delle attrezzature e dei macchinari utilizzati nel lavoro quotidiano (Prendere, lasciare, controlli visivi, movimenti del corpo umano, bloccare, riafferrare, utensili e montaggio, condizioni generali del posto di lavoro quali l'illuminazione, la sicurezza, la funzionalità delle attrezzature, materiali ingombranti e di intralcio, DPI, ecc)

**Figura 7.7.5**

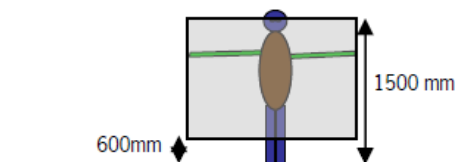
- Rispetto della Golden Zone



- Rispetto della Motion Economy



- Rispetto della Strike Zone (altezza tra 600 e 1500mm)



- Parti prelevate secondo la sequenza di montaggio

**Figura 7.7.6**

Il posizionamento del materiale è stato ottimizzato seguendo i principi di ergonomia, di Golden Zone, Motion Economy e Strike Zone (fig 7.7.6), per minimizzare i movimenti dell'operatore ottenendo eccellenti risultati (fig. 7.7.7)

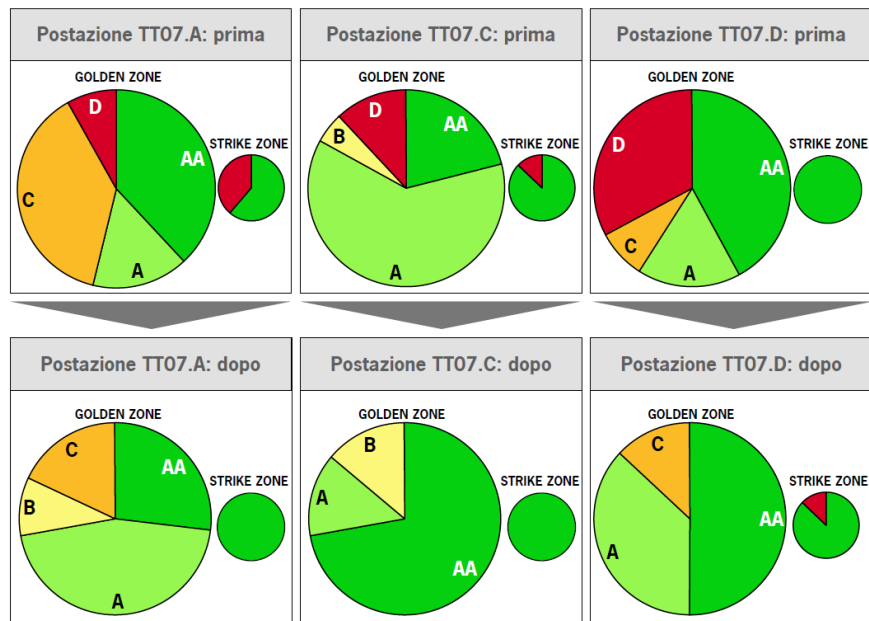


Figura 7.7.7

Si è quindi proceduto con l'osservazione del ciclo di montaggio dei prodotti delle famiglie prescelte e al rilevamento dei tempi di assemblaggio, quindi è stata schematizzata la nuova mappa del flusso del valore che confrontata con la mappa iniziale ha permesso di valutare il grado di miglioramento ottenibile.

Organizzazione progettazione e realizzazione del layout della nuova linea di montaggio:

- Spostare i tavoli di montaggio e organizzarli secondo gli schemi stabiliti.
- Dotare ciascun banco delle attrezzature dedicate alle operazioni di montaggio.
- Disporre il materiale attorno alla linea.
- Definire le attrezzature e utensili per ogni postazione



- Valutare l'ingombro e gli spazi per la movimentazione dei carrelli agganciati o trainati manualmente dal logista.
- Valutare la posizione della presa nella prima fase, cruciale perché crocevia di carrelli, materiale posizionato su pallet proveniente tramite rulliera della TS19, paranchi ed operatori in movimento e passaggio.
- Dimensionare gli scaffali per ogni postazione.
- Calcolare il fabbisogno dei contenitori sufficiente a garantire le movimentazioni dei materiali secondo logiche Kanban.
- Scegliere le risorse per la linea.
- Utensili e attrezzature che portano agevolmente a compimento, l'esercizio dell'operatore nel rispetto del Takt Time.
- Organizzare il richiamo del materiale dalla linea al magazzino interno e da questo ai fornitori facendo uso del kanban e del sistema MRP per i soli codici a lenta rotazione.

Le principali criticità incontrate nella fase di avvio sono state:

- Sistemare i materiali attorno all'area definita (i contenitori non erano adeguati allo scopo; non era chiaro quale fosse la posizione ottimale per il prelievo e per il ripristino da magazzino, e di altre fasi correlate).
- Far capire agli operatori quale fosse il nuovo ruolo (lavorare in team, aiutarsi a vicenda, autobilanciarsi, rispettare la cadenza, ecc.).

E' stata anche predisposta una bacheca a bordo linea per la raccolta di alcuni strumenti per rendere i processi visibili agli operatori e quindi assicurare nel tempo non solo il mantenimento delle procedure ma anche il loro continuo miglioramento (istruzioni di funzionamento della linea, regole per la gestione dei buffer, modulistica per la raccolta dati, grafici sulla produttività settimanale).

Gli operatori sono stati stimolati a produrre idee per il miglioramento del processo, quantificando il risparmio potenziale di tempo; le proposte sono state poi sottoposte all'Ufficio Tecnico per l'analisi di fattibilità e relativi costi e all'Ufficio Marketing per

verificare che le soluzioni e le modifiche proposte potessero incontrare il favore dei clienti.

### **7.8 Organizzazione del “piano di lavoro” degli operatori**

Cogliendo l’occasione dello studio delle fasi di assemblaggio per il progetto, si è svolta un’analisi sui metodi di lavoro per creare dei cicli, da tenere in fase, in cui viene descritta dettagliatamente tutte le operazioni della sequenza di montaggio, chiamato dagli operatori “*piano di lavoro*”. In questo modo, quando verrà messa in atto la job rotation (si ricorda che in un sistema Lean gli operatori devono essere flessibili e devono poter lavorare in una qualsiasi delle diverse fasi di assemblaggio), si fornisce uno strumento di riferimento per il montaggio anche agli operatori meno esperti per quella fase.

Durante il montaggio, un membro del team è stato affiancato all’operatore con l’obiettivo di riportare la sequenza delle operazioni e di individuare eventuali azioni correttive e miglioramenti.

Per ogni operazione ci si è chiesto:

- Cosa fa l’operatore (quell’attività aggiunge valore al prodotto o è Muda?)
- Chi la esegue (serve una persona con particolari caratteristiche fisiche o mentali?)
- Dove viene eseguita (può essere spostata in un posto migliore?)
- Quando la si esegue (in che punto del ciclo di montaggio? quali vincoli di precedenza?)
- Come viene eseguita (si può fare - meglio - in altri modi?)

Dopo aver completato una documentazione integrale del ciclo, si ricercano delle soluzioni che migliorino il metodo di assemblaggio, semplificandolo e razionalizzandolo.

Dopo questa analisi si procede con la costruzione di una lista di attività messe in sequenza, che mostrano il ciclo di montaggio del riduttore assemblato in quella fase di lavoro. In esso, sono indicate le attività da eseguire in sequenza, una foto che illustri la

parte a cui si fa riferimento, il codice del particolare, gli attrezzi necessari, il numero di operatori necessari, il tempo standard dell'operazione ed eventuali note.

### **7.9 Organizzazione e procedura Andon della linea e delle postazioni**

*La stretta osservanza delle regole di gestione dell'Andon fa emergere i problemi e impone una produzione di soli pezzi buoni.*

E' stato integrato un altro sistema di individuazione degli errori, oltre al Poka-Yoke precedentemente citato, che è quello *Andon*, utilizzato lungo l'intera linea produttiva.

Questo è uno strumento visivo che si presenta con due finalità:

- Segnala lo stato di produzione e/o anomalie tramite una luce rossa.
- Segnala il rispetto della cadenza tramite una luce verde.

Un monitor a bordo macchina visualizza lo stato di produzione in termini di numero di unità pianificate a fronte di quelle effettivamente prodotte mentre un display in ogni postazione visualizza la presenza di problemi insorti e la cadenza di produzione.;

Tale sistema consiste in un segnale luminoso Rosso lampeggiante che viene azionato da un operatore al fine di comunicare un problema e la relativa "richiesta di aiuto" al capolinea, se allo scadere del takt time il guasto non è stato risolto la luce rossa diventa fissa e la linea di produzione si arresta.

Una volta individuato l'errore si passa alla fase successiva ovvero alla relativa reazione, gestita dal capolinea il quale decide se:

- Far ripartire la linea e risolvere il problema alle stazioni successive
- Se risolvere prima il problema e poi far ripartire la linea
- Se riportare il problema su un piano d'azione qualora non sia risolvibile a breve termine chiamando gli enti preposti.

### Visualizzazione dei problemi

- Rosso fisso: richiesta di aiuto
- Rosso lampeggiante: linea fermata per problemi



### Visualizzazione della cadenza

- Verde fisso: 2 minuti alla fine della cadenza
- Verde lampeggiante: 1 minuto alla fine della cadenza



Figura 7.7.8: Andon

Il capolinea, con lo scopo di valutare le cause del guasto, nel tempo previsto, è stato addestrato dai consulenti, all'utilizzo di strumenti di analisi ricorsiva volti a raggiungere la sorgente del problema, indagando in più direzioni, prima di intraprendere azioni di fermo e blocco linea; uno di questi strumenti è rappresentato dai cosiddetti “5 *perché*” menzionato nella prima parte della tesi.

### 7.10 Riorganizzazione del flusso dei materiali

Il vecchio flusso logistico dei materiali prevedeva un magazzino centrale e vari magazzini collaterali (magazzino verticale Modula, depositi esterni e interni dislocati in varie posizioni), attraverso i quali transitavano tutti i materiali prima di arrivare in linea. Le parti messe a stock provenivano sia da fornitori esterni (pezzi commerciali o componenti a disegno) che dall'interno, dal reparto lavorazioni meccaniche (dotato anch'esso di un proprio magazzino).

### ***7.11 Organizzazione del supermercato***

Per l'eliminazione dei Muda presenti lungo la linea si è costruito una sorta di supermercato dedicato alla linea stessa. È un cuscinetto tra i clienti (la linea/e) e i fornitori (magazzini interni o fornitori esterni) con lo scopo di diminuire le percorrenze degli operatori che tramite un carrello della spesa vengono dotati dei pezzi necessari alla realizzazione del riduttore completo in pochi movimenti, applicando il principio del "One Piece Flow" del Just in time.

La fornitura del materiale tramite il sistema kanban se da una parte lega in qualche modo l'isola "cliente" al magazzino o esterno "fornitore", dall'altra permette di definire delle regole precise di fornitura (lead time di consegna brevi, contenitore e imballaggio definito per ogni materiale, quantità fisse per contenitore, scorte di sicurezza molto basse, ecc.) dando al fornitore, qualunque esso sia, una pianificazione sull'andamento dei consumi dei giorni, settimane o mesi successivi. In questo modo si abbatta tutta una serie di costi indiretti (travasi, smaltimento imballaggi, trasporti, movimentazioni, preventivi, ordini, ecc.) e questo soprattutto agevola, quando, a livello più ampio, il cliente è l'azienda stessa.

Per questo, è sì importante che il fornitore consegni il materiale in just in time, ma è ancor più importante che anche lui abbia una gestione basata su metodi Lean per interfacciarsi nel rapporto di fornitura con il cliente, con maggior efficacia.



**Figura 7.11: Supermarket**

I supermercati pur avendo dal canto loro una facilità di prelievo espressa in brevi percorrenze e tempi ottimizzati degli operatori, non vanno confusi come spesso accade, con una soluzione finale, ma sono in realtà degli ottimi espedienti di transito che servono (ottimizzandoli) ad integrare i materiali proveniente dai fornitori (magazzino o esterni) con le linee stesse.

I supermercati sono dei depositi di materiali e per questo considerati muda, anche se la loro scorta, a differenza di un magazzino, è definita da un autonomia comune a tutti i materiali in essi inseriti.

In riferimento alla figura 7.11.1 di sinistra, mostra lo scaffale così come si presenta agli occhi dell'operatore di linea o del logista.

I materiali contenuti nel contenitore sono facilmente raggiungibili rispetto al luogo del loro utilizzo; le movimentazioni inutili sono state completamente eliminate.

I contenitori inoltre, sono posizionati su rulliere a gravità che facilitano lo scorrimento.

Infine (parte alta della figura di destra), per il ritorno dei contenitori vuoti, sono previsti dei corridoi che hanno lo scopo di fungere da segnalatore (*kanban*) sia per il logista,

richiamato dai vuoti nelle postazioni, sia per il carrellista o per la persona incaricata del rifornimento della linea e del supermarket.

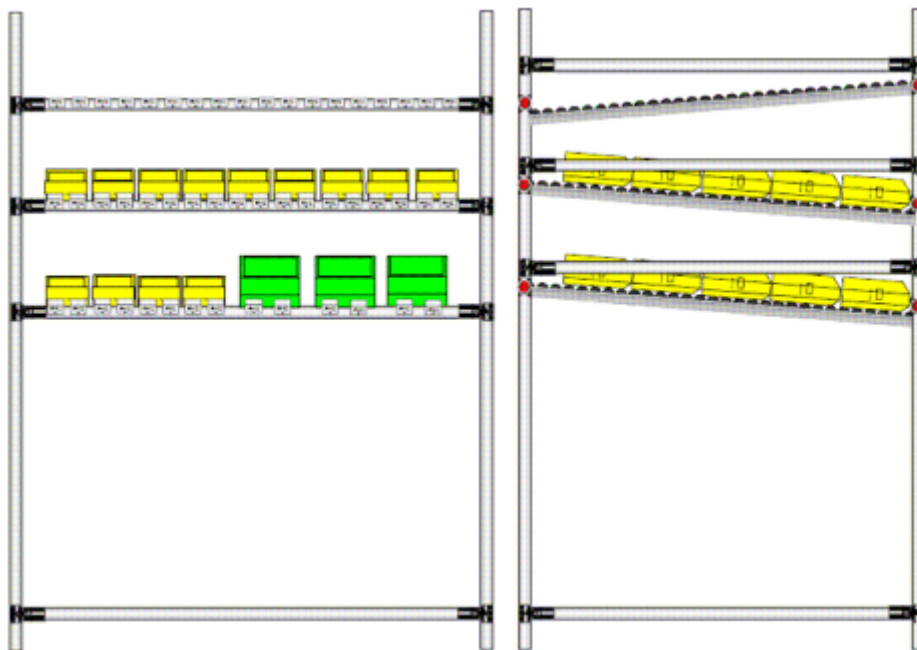


Figura 7.11.1: Scaffali Supermercato

Un altro aspetto critico e da non trascurare è che una gestione di tipo Kanban va monitorata e aggiornata periodicamente e non la si può considerare come una soluzione che risolve in modo definitivo le eventuali problematiche.

#### ***7.11.1 Carrello della spesa***

Da questa analisi si arrivò all'ideazione di un “*carrello della spesa*” (fig. 7.11.2), un flusso di materiale in movimento che riduce lo spazio occupato, gli stock di materiale e quindi i costi logistici.



Figura 7.11.2: Carrello della spesa

Alla base del progetto della linea la preparazione dei kit e il trasporto in linea semplicemente spingendo dei carrelli. Questo permette un vero Just in time e la riduzione di costi di trasporto.



Figura 7.11.3: Prima e dopo l'intervento Kaizen



L'area adibita al prelievo dei materiali sarà il “supermarket.

Il carrello contenente il kit proveniente dal “supermercato” ed organizzato dal logista<sup>15</sup>, è stato studiato analizzando le tipologie di componenti che dovranno essere trasportate, cercando di raggrupparle per ordine di montaggio e in funzione della forma dei pezzi. In particolare lo stesso carrello dovrà contenere molteplici Kit<sup>16</sup> diversi a seconda della famiglia di riduttori. È ancora in sede di studio e sviluppo, per renderlo sempre più pratico e meno ingombrante. Per questo, l'iniziale configurazione presentata in foto può variare nella realizzazione definitiva. Il carrello della spesa, atto al materiale con alta varianza e medie/piccole dimensioni è dotato di due piani, ed è disposto su ruote, su supporti di mezza altezza, in modo che l'operatore non sia costretto a piegarsi per prelevare i pezzi dal contenitore e viene agganciato e sganciato dalle postazioni, di volta in volta, dall'operatore che staziona nella prima e nell'ultima fase del ciclo.

E' stato costruito adattando contenitori standard già presenti in azienda, e in funzione degli spazi di movimentazione presenti grazie alla fantasia degli attrezzisti e tecnici che facevano parte del team.

I carrelli sono dotati di un “indicazione della sequenza di assemblaggio attraverso dei cartellini numerati oppure con la presenza di una scheda operativa e fotografia appesa con le istruzioni di montaggio. L'operatore deve prelevare e montare i pezzi nell'ordine indicato dai numeri. Nella situazione peggiore, potrebbe rimanere un pezzo a carrello; alla fine del processo sarà facile accorgersi di aver commesso un errore.

Le attività di preparazione del Kit sono bilanciate in modo da consentire all'operatore designato (in genere il capolinea o l'operatore con maggior esperienza) di svolgere la funzione di supporto all'intera linea.

---

<sup>15</sup> Il logista, operatore o capolinea, si occupa principalmente dell'ottimizzazione dei flussi materiali (tra i quali la movimentazione manuale dei carrelli e il relativo commissionamento dei \_Kit) e le relative informazioni all'interno e all'esterno della linea.

<sup>16</sup> L'operatore conosce esattamente, grazie ad opportune liste e a piani di lavoro presenti in fase cosa contiene ogni kit e in che ordine montarli.

### **I vantaggi del carrello della spesa:**

- Tutti i materiali necessari per l'assemblaggio di un singolo riduttore, eccetto "l'uscita"<sup>17</sup> proveniente direttamente dalla TS19 tramite lo scorrimento su rulli, sono in un unico carrello.
- Riduce la possibilità dell'operatore di commettere errori nel prelevare pezzi non idonei o di dimenticarne in quanto rimarrebbe avanzato e ben visibile sul piano del carrello stesso. (metodo noto come Poka-Yoke)
- Favorisce il bilanciamento della linea.
- Migliora l'ergonomia.

### **7.12 Organizzazione approvvigionamento materiali**

Si decide quindi di dotare la linea di un certo numero di componenti che consenta di non fermare la produzione per un certo periodo di tempo.

Il rifornimento alle linee avviene con due tipi di gestione diverse:

#### **➤ Kanban:**

- in postazione sono presenti generalmente due contenitori pieni per ogni codice; appena uno è vuoto viene prelevato dal logista, riempito al Supermarket e infine riportato in postazione. Questi pezzi vengono inseriti in cassette e contenitori standard.
- in linea: sempre due contenitori pieni per ogni codice; appena uno è vuoto viene prelevato dai magazzinieri, sostituito al magazzino e infine riportato in linea. Questi pezzi vengono inseriti in cassette e contenitori standard

#### **➤ Sequence (JIS):**

I pezzi ingombranti, molto costosi o pesanti, vengono chiamati in linea solo quando servono, cioè quando previsto nel piano di produzione. Per contenere

---

<sup>17</sup> Parte del riduttore dotato di albero pignone assemblato nella linea di montaggio Gruppo.

questi pezzi vengono generalmente studiati contenitori speciali che si adattino alla morfologia del componente.

Punto focale del problema era stabilire come dovevano essere gestiti i materiali lungo tutta la loro catena logistica, a partire dai fornitori fino ad arrivare al rifornimento del materiale in linea. Il flusso del valore di ogni codice andava riorganizzato tenendo conto del suo valore, del peso, della sua tipologia, del tipo di fornitore (compresa la sua collocazione geografica

e il suo lead time di consegna e produzione), della criticità del pezzo per il prodotto finito, dei suoi ingombri, ecc. Le decisioni devono riguardare tutti i passaggi in cui si muove un codice fino al suo arrivo in linea: gestione presso il fornitore esterno (o interno), gestione della ricezione della merce a magazzino, gestione del rifornimento sulle linee.

Innanzitutto si è proceduto ad una distinzione di fondo.

Tutti i codici sono stati raggruppati in linea di massima, in due grandi famiglie:

- *Bulloneria*: viteria, dadi, rondelle, tappi, spine, ecc.
- *Componenti*: tutti gli altri codici, commerciali e a disegno.

Per quanto riguarda la Bulloneria, essendo costituita da codici di basso valore, si è scelto di evitare tutti gli oneri relativi all'evasione degli ordini e alla gestione logistica in fase di ricevimento merce e rifornimento alle linee, affidando l'esclusiva ad un unico fornitore locale che si occupi totalmente del rifornimento.

I componenti, al contrario, possono avere valore strategico ed economico molto diverso tra di loro ed è opportuno pertanto creare delle distinzioni su cui costruire le regole per poterli gestire.

Per quanto riguarda *l'approvvigionamento dei materiali*, sono stati adottati modelli diversi a seconda della classe di appartenenza dei prodotti finiti. L'obiettivo principe del nuovo sistema di alimentazione è far sì che il flusso produttivo possa scorrere con

regolarità evitando ogni interruzione dovuta alla mancanza di materiali. In particolare è stata introdotta una nuova gestione Kanban per i prodotti ad alta rotazione

*I componenti necessari sulla linea sono stati classificati in 3 macro categorie:*

- Commissionato
- Sequenziato
- Kanban

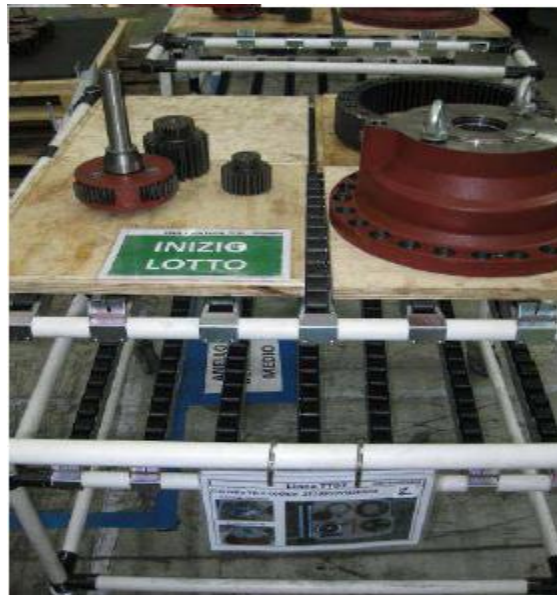
### **Commisionato:**

*Materiale con alta varianza e medie/piccole dimensioni.*

Il supermercato è l'area di commissionamento e il materiale fornito è su kit di commissionamento.

La metodologia applicata è il Just in time.

L'approvvigionamento in linea è fornito dal logista che preleva dal supermercato a bordo linea.



**Figura 7.12.1: Commisionato**

**Sequenziato:**

*Materiale con alta varianza e grandi dimensioni.*

Fornitura dei materiali sequenziata.

La metodologia applicata è il Just in sequence.

ovvero la sincronizzazione dei processi di produzione e del magazzino tali da garantire il flusso continuo e cadenzato della linea.



**Figura 7.12.2: Sequenziato**

I codici ad alta varianza sono solitamente pezzi che hanno subito più lavorazioni meccaniche, hanno dimensioni ingombranti e tipicamente sono verniciati di rosso.

Per questi codici si abbandona la gestione a kanban, per adottare la gestione “Sincronizzata” (o “JIS”), che prevede la presenza del pezzo in fase di assemblaggio solo se “ordinato” il giorno precedente dall’operatore sulla base del piano di produzione. Il motivo per cui il pezzo non viene tenuto in giacenza nella fase è semplice: essendo il valore del pezzo molto alto, tenerlo in fase (assieme a tutte le sue varianti per ogni modello di macchina) senza che venga utilizzato, costituisce un’immobilizzazione inutile e molto elevata di capitale, e rappresenta pertanto uno

spreco di risorse che non aggiunge nulla alla creazione del valore per il cliente finale. Per questo, tali componenti, vengono portati in fase solo nel momento in cui devono essere assemblati.

Questa gestione viene adottata anche per tutti quei pezzi che sono molto ingombranti (come gli anelli dentati, le riduzioni o le campane) la cui giacenza in fase e nel supermarket sarebbe molto complicata.

Questi codici vengono posizionati su dei carrelli elevatori e movimentati grazie all'ausilio dei paranchi presenti in ogni postazione.

Si noti come il sistema di gestione JIS comporti una forte assunzione di responsabilità da parte dell'operatore: mentre nella politica "a lotti" ogni lavoratore si trovava già in fase il materiale portato dai magazzinieri, ora diventa lui il responsabile della chiamata del materiale che gli servirà per il giorno successivo. Il lavoratore dovrebbe quindi sentirsi più partecipe alla gestione del proprio lavoro, e assumere una maggiore responsabilità in caso di svolgimento meritevole o meno del suo lavoro.

### **Kanban:**

*Materiale con piccole dimensioni e bassa varianza.*

Metodologia applicata Kanban.

Componenti in linea, alimentazione con Kanban vuoto/pieno

Carrelli in linea per minuterie e attrezzature.



**Figura 7.12.3: Kanban**

In linea sono presenti 2 contenitori kanban per ogni codice, il primo “IN USO”, rivolto verso l’operatore, e l’altro “DI SCORTA”, posto dietro al primo in modo speculare. Non appena viene esaurito il primo contenitore, l’operatore porta verso di sé il secondo e lascia da parte il contenitore vuoto.

Quando il fornitore viene in linea, preleva i contenitori vuoti e li sostituisce con contenitori pieni. Il fornitore esterno alla linea è libero di organizzarsi nel modo a lui più congeniale, prevedendo ad esempio delle cassette kanban già pronte nel suo magazzino per i codici ad alta rotazione e “pacchi di confezionamento” già predisposti per i codici a rotazione minore, purchè garantisca la presenza del materiale in linea in modo continuo, come stabilito nel contratto.

Per evitare costi di gestione inutili su codici di basso valore, si è scelto di non contare i pezzi contenuti nella cassetta kanban, come per i due predecessori approvvigionamenti, ma più semplicemente di riempire la cassetta a multipli.

In questo modo, quando la cassetta vuota arriva nell’area Supermarket per essere riempita, il magazziniere riempirà la cassetta seguendo l’etichetta su di esso riportata con stock predefiniti. Questo permette di non perdere tempo a contare pezzi a basso valore.



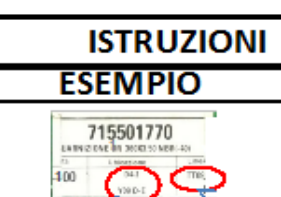

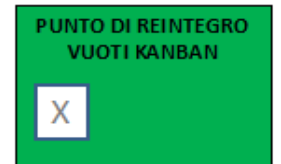
La soglia di peso scelta per le cassette standard è di 10 kg a cassetta, per evitare che l'operatore si

affatichi o peggio si infortuni a seguito di uno sforzo troppo elevato (il limite per legge è fissato a 15 kg). Il limite è stato fissato perchè queste cassette, che in fase vengono disposte su rulliere, devono essere sollevate dall'operatore ogni volta che devono essere portate in postazione.

Inoltre da considerare sono anche tutti i sollevamenti che deve compiere il magazziniere quando riporta in fase le cassette kanban durante il rifornimento.

In figura sono descritte alcune procedure e istruzioni necessarie per il conseguimento del flusso produttivo continuo sia per il reparto montaggio che per il magazzino e tutte le informazioni del materiale contenente, presenti sull'etichetta della cassetta stessa che, di fatto, diventa la chiamata kanban verso il magazzino quando si svuota



| KANBAN   |   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
|--|---|--|----------------|--------------|-----|-----------------------------|--------|------------------------------|---------|------------------------------|
| GESTIONE SUPERMARKET   |   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| ISTRUZIONI PER MONTAGGIO   |   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| EVENTO   | ESEMPIO   | AZIONE   |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| ESAURIMENTO MATERIALE  |    | <p>1 - Prelevare la cassetta vuota o il cartellino (qualora vi fosse la sola scatola) dal LATO OPERATORE e riporla nel più vicino PUNTO DI REINTEGRO VUOTI KANBAN indicato col bollino. Non si può trasferire materiale alle successive cassette.</p> <table><tr><th>COLORE BOLLINO</th><th>DESTINAZIONE</th></tr><tr><td>BLU</td><td>TRASLO VELOCE</td></tr><tr><td>GIALLO</td><td>MODULA</td></tr><tr><td>assente</td><td>MODULA</td></tr></table> <p>2 - Avanzare il contenitore pieno (o la scatola) sullo scaffale. In mancanza di materiale chiamare il numero 5068 operatore modula.</p>    | COLORE BOLLINO | DESTINAZIONE | BLU | TRASLO VELOCE               | GIALLO | MODULA                       | assente | MODULA                       |
|  | COLORE BOLLINO  |  | DESTINAZIONE   |              |     |                             |        |                              |         |                              |
|  | BLU   |  | TRASLO VELOCE  |              |     |                             |        |                              |         |                              |
|  | GIALLO  |  | MODULA         |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| assente  | MODULA  |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
|   |   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
|  |   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| ISTRUZIONI PER MAGAZZINO   |   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| EVENTO   | ESEMPIO   | AZIONE   |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| RIFORMIMENTO GIRO KANBAN   |  | <p>A – Rifornire ai supermarket di linea tutto il materiale della “corsa” precedente. Utilizzare sempre il LATO MAGAZZINO: qualora esso sia ostruito avvertire caporeparto e <u>kanban manager</u> per richiedere la risoluzione dell’anomalia.</p> <p>B – Inserire la cassetta (o scatola) nel supermarket di linea e nell’ubicazione riportati sull’ etichetta (o sul cartellino).</p> <p>Qualora il <u>Kanban</u> non sia servibile occorre:</p> <p>1_ avvertire il caporeparto della LINEA</p> <p>2_ consegnare il cartellino rosso di “KANBAN SOSPESO” nella ubicazione del <u>kanban</u></p> |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| RITIRO VUOTI GIRO KANBAN   |  | <p>• Ritirare cassette vuote e cartellini dai PUNTI DI REINTEGRO VUOTI KANBAN del giro</p> <table><tr><th>GIRO</th><th>ORARI</th></tr><tr><td>1</td><td>08.15 – 9.00; 13.15 – 14.00</td></tr><tr><td>2</td><td>09.15 – 10.00; 14.15 – 15.00</td></tr><tr><td>3</td><td>10.15 – 11.00; 15.15 – 16.00</td></tr></table>  | GIRO           | ORARI        | 1   | 08.15 – 9.00; 13.15 – 14.00 | 2      | 09.15 – 10.00; 14.15 – 15.00 | 3       | 10.15 – 11.00; 15.15 – 16.00 |
| GIRO   | ORARI   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| 1  | 08.15 – 9.00; 13.15 – 14.00   |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| 2  | 09.15 – 10.00; 14.15 – 15.00  |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| 3  | 10.15 – 11.00; 15.15 – 16.00  |  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
| DATA 07/10/2011 REV.03   |   | BOZZA  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |
|  |   | TRASMITAL IMPROVEMENT PROCESS  |                |              |     |                             |        |                              |         |                              |

#### Istruzioni Kanban

La tipologia dei componenti delle famiglie dei riduttori assemblati alla TT07 ha permesso l'utilizzo combinato e sinergico delle 3 logiche di approvvigionamento, di seguito standardizzate e definite a seconda di:

### 1. Materiale grande e pesante.



Figura 7.12.4: Materiale grande e pesante

### 2. Materiale piccolo/medio e pesante.

La gestione di questi codici rimane comunque a “doppia cassetta” kanban, con la differenza che il materiale adesso viene contato dal fornitore, prevedendo una giacenza in fase che garantisca la produzione senza interruzioni di almeno un turno, senza mettere in linea materiale in eccesso, poichè il valore di questi codici risulta più elevato e subentra il rischio di impegnare risorse finanziarie senza motivo. Se non è possibile far rientrare il codice nelle cassette standard per problemi di peso o di volume, si provvede a sdoppiare la cassetta o, in ultima analisi, utilizzare un contenitore metallico.



Figura 7.12.5: Materiale piccolo/medio e pesante.

### 3. Materiale piccolo.

Per il rifornimento di codici di “materiale piccolo”, l’azienda ha svolto uno studio, per attivare un altro strumento proprio della Lean Production: il “Milk Run”: invece di farsi spedire un corriere da ogni singolo fornitore, l’azienda manda un veicolo unico a fare il giro dei singoli fornitori, depositando a ciascuno il kanban vuoto e ritirando quello pieno. I fornitori devono coprire tutti gli interessati almeno una volta a turno, a seconda del consumo che si fa del loro codice, dedicando orari diversi del giorno a percorsi diversi.



Figura 7.12.6: Materiale piccolo

Per ognuna delle 3 categorie è stato definito un *imballo standard* che garantisce la copertura della linea all'interno dei tempi di approvvigionamento con il minor spazio impiegato.

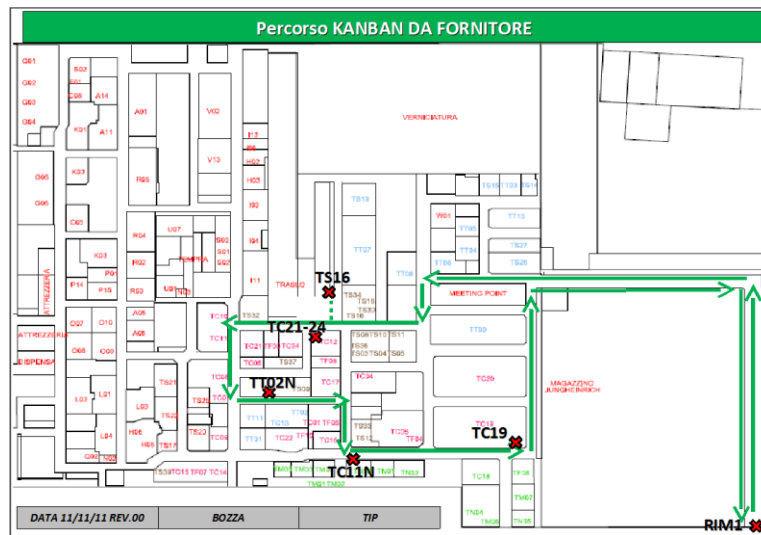
Un altro aspetto critico e da non trascurare è che una gestione di tipo Kanban va monitorata e aggiornata periodicamente e non la si può considerare come una soluzione che risolve in modo definitivo le eventuali problematiche.

### 7.13 Organizzazione Milk Run

L'avvento del nuovo sistema logistico Milk Run è rappresentato da un trenino che gira in continuo all'interno dello stabilimento.

La corsa del trenino comincia dalla zona supermarket dove i contenitori vuoti vengono raccolti dalle linee, e vengono sostituiti dai pieni col relativo materiale. A questo punto il trenino percorre il giro dello stabilimento, depositando i contenitori pieni nella giusta

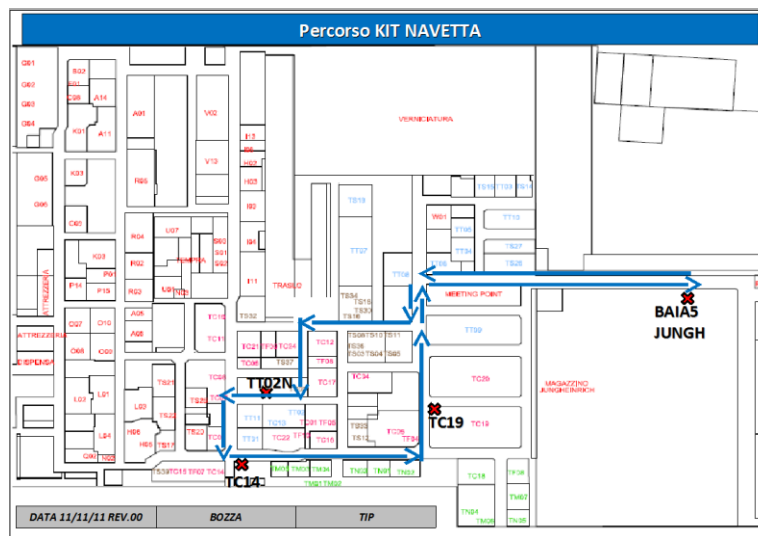
fase di assemblaggio e ritirando quelli vuoti per ogni linea e supermercato di competenza.



**Percorso Kanban FORNITORE**

Il materiale Kanban è consegnato in linea secondo consumo (tramite il principio del Pull: segnale pull = contenitore vuoto) attraverso percorsi, fermate e frequenze definite:

- Segnale Pull
- Frequenza: 2 volte a turno a precisi orari
- Percorso:
  - Attraverso rotte e fermate predefinite.
  - Raccolta dei vuoti ad ogni fermata.
  - Arrivo al capolinea (supermercato e riempimento).
  - Consegna dei vuoti a magazzino e prelievo dei pieni.



Percorso NAVETTA

Per il rifornimento in linea del materiale da Supermarket si è scelto di considerare un lead time di un mezzo turno lavorativo, tempo abbastanza cautelativo rispetto a quello realmente necessario. Per questo si è scelto di mantenere in fase di montaggio un quantitativo minimo di materiale che permetta di produrre qualsiasi tipo di variante di riduttore senza interruzione per tutta la durata di un turno.

#### 7.14 Analisi dei primi risultati

Sono stati rilevati i seguenti aspetti di miglioramento qualitativo di difficile misurazione che possono far ritenere che il miglioramento ottenuto possa essere duraturo e continuo:

- E' stata migliorata la comunicazione tra i vari uffici.
- Si sono osservati notevoli miglioramenti nel clima aziendale sulla linea, in particolare:
  - Le regole chiare e definite, presenti in forma scritta e in vista, hanno fatto sì che ognuno sappia cosa fare e cosa aspettarsi da ciascun componente del gruppo.
  - Ogni operatore appartiene ad un team, il team ha un obiettivo preciso e dispone ora, delle risorse adeguate per raggiungerlo.

- Il processo è stato reso trasparente e conosciuto da tutti. I documenti elaborati ed esposti in bacheca costituiscono un formidabile strumento per facilitare la comunicazione fra gli operatori con le altre funzioni aziendali.
- I carichi di lavoro sono bilanciati, eliminando di fatto eventuali sovraccarichi di un operatore mentre altri aspettano.
- Dopo aver superato i primi momenti di diffidenza e preoccupazione, il personale coinvolto nella nuova linea ha cominciato a collaborare attivamente come parte di un team. Il loro coinvolgimento nel progetto li ha responsabilizzati, aumentando la motivazione e lo stimolo ad operare in logica di continua ricerca della perfezione.
- E' aumentato il livello di gratificazione personale degli operatori che vedono fisicamente il prodotto che si costruisce e che esce dalla linea.

L'implementazione dei principi Lean ha portato sulla linea TT07 ad un incremento della produttività pari al 43%. ( tabella 7.14)

La salita produttiva è stata superiore al previsto in termini di produttività oraria netta ma minore in termini di pz/giorno per fermi linea dovuti a motivi tecnici sempre presenti nei primi passi dell'implementazione e collaudo.

|  | Stato attuale | Implementazione<br>STEP 1   | Implementazione<br>STEP 2  | Implementazione<br>STEP 3   |
|--|---------------|---|--|---|
| <b>Step<br/>implementativi</b>                                   |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ottimizzazione TT07:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduzione takt e flusso</li> <li>- bilanciamento dei contenuti di lavoro</li> <li>- logistica lean</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integrazione del flussaggio di TT08 nella linea TT07</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ottimizzazione TS19:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduzione takt e flusso</li> <li>- bilanciamento dei contenuti di lavoro</li> <li>- logistica lean</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Incrementi di<br/>produttività*</b>                           |               | ▪ <b>+25%</b>   | ▪ <b>+9%</b>   | ▪ <b>+9%</b>  |
| <b>Produttività<br/>prevista vs<br/>produttività<br/>attuale</b> |               | ▪ <b>+25%</b>   | ▪ <b>+34%</b>  | ▪ <b>+43%</b>   |

**Tabella 7.14**

Produttività: la produttività esprime il rapporto tra unità prodotte (numero di riduttori prodotti in un arco temporale di riferimento, nel nostro caso, giornaliero) e le risorse umane impiegate per produrle.

Wip (work in process o work in progress): il wip esprime la quantità di materiale in corso di lavorazione, nel caso della TRASMITAL è riferita alla quantità di riduttori e di materiale presenti nella linea TT07 addetta all'assemblaggio con l'integrazione della linea premontaggio TS19 e dell'isola TS16 e, quando previsto, dal flussaggio della TT08. Rappresenta sostanzialmente un costo che l'azienda deve sostenere per poter far funzionare correttamente il proprio sistema produttivo, quindi risulta evidente che per l'azienda deve essere il più basso possibile.

Per quanto concerne il WIP in linea, il numero di semilavorati, prima variava con il ritmo del singolo operatore (in media 21 riduttori), ora è costante per ogni famiglia e mediamente, il numero di semilavorati, è pari a ) riduttori con una diminuzione del WIP del 57%.

La riduzione del wip ha avuto risvolti diretti anche nella diminuzione degli spazi occupati e nella notevole diminuzione delle movimentazioni.



Seguendo la metodologia standard di equilibratura dei contenuti di lavoro, integrata con i nuovi concetti logistici, si è ottenuto il nuovo bilanciamento delle aree interessate

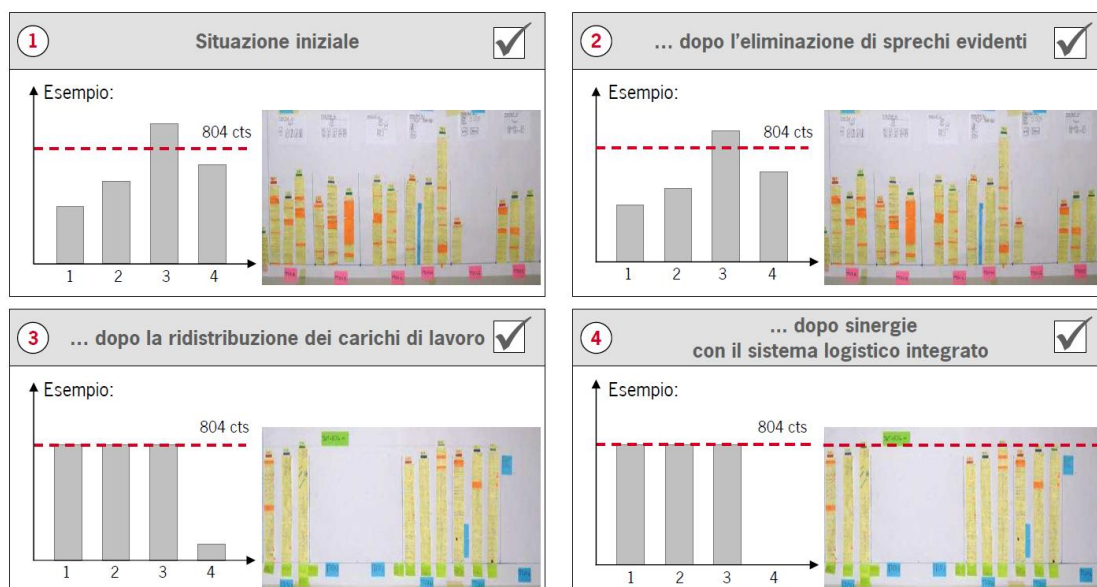


Figura 7.14.1: Prima e dopo l'intervento Kaizen

Tempo attraversamento (Lead Time): il tempo di attraversamento è l'indice che esprime e sintetizza di fatto l'applicazione della filosofia del just in Time, difatti esso rappresenta la flessibilità e la fluidità dei processi dell'azienda e quanto questa sia per l'appunto *snella* (lean). Aver migliorato dell'80 % questo indice significa per il cliente essere più reattivi e capaci a soddisfare le sue richieste, elementi risultati essere determinanti ed evidenziati soprattutto inseguito alla crisi del 2009.

Questi dunque i risultati dell'applicazione della metodologia, filosofia, metodi Lean ma che non devono far abbassare la guardia alla Direzione dell'Azienda, perché non rappresentano un traguardo ma ben sì una tappa sicuramente importante di un cammino che non ha mai fine e che deve tendere incessantemente verso la perfezione.

## CONCLUSIONI

In questa tesi è stato affrontato, prima lo studio e l'apprendimento poi l'implementazione della filosofia Lean ad una linea di assemblaggio, portando a dei sorprendenti miglioramenti produttivi.

L'applicazione dei principi nelle postazioni di lavoro ridimensionate, più che l'utilizzo di specifici strumenti, si è tradotta nell'acquisizione di una nuova "mentalità" di lavoro, moderna ed efficace.

Il lavoro che è stato svolto nello specifico all'interno del progetto ha riguardato l'adattamento delle fasi del montaggio al nuovo tipo di produzione, tramite l'applicazione di tecniche quali il sistema Kanban, 5S, Just in Time, Pull.

L'approccio utilizzato per procedere al ridimensionamento delle aree interessate è stato il kaizen: operare per piccoli passi con velocità e risoluzione, coinvolgendo il personale per diffondere gradualmente la nuova mentalità.

Nell'analisi di ogni fase si sono raggiunti, nel progetto pilota, obiettivi quali la riduzione degli spazi occupati e delle giacenze in fase, aumentando la capacità di rotazione delle scorte, razionalizzando i rifornimenti dal magazzino e rendendo lineare e cadenzato il flusso dei prodotti alla linea, perché il valore fluisse all'interno senza interruzioni, attese e movimentazioni inutili. Di fatto si è riusciti ad avvicinare i componenti per il montaggio alle posizioni dove venivano realmente utilizzati, evitando all'operatore, per quanto possibile, di doverli raggiungere in un punto lontano della fase.

La volontà di compiere un tale cambiamento e la convinzione della finalità della filosofia Lean da parte del top management sono stati senza dubbio gli elementi principali per la riuscita del progetto. Le attività di miglioramento continuo richiedono costantemente un ripensamento della situazione iniziale e questo si tramuta nel mettere in discussione decisioni e regole decise in precedenza, con il sicuro effetto di imbattersi sempre in qualche forma di resistenza umana e sindacale.

Vorrei sottolineare come le soluzioni apportate non debbano assolutamente essere considerate definitive ma, piuttosto, una tappa del percorso verso il miglioramento che dovrà necessariamente proseguire nel tempo. Se da un lato per iniziare con un progetto Lean bisogna considerare tutta una serie di aspetti critici, dall'altra ancor più critico è il proseguo delle attività Kaizen.

Dopo i primi risultati più che soddisfacenti tutto sembra innescato ma con il passare del tempo, l'attenzione e la priorità verso queste attività possono venir meno.

Determinante in questi casi ancora una volta la volontà del top management di continuare in questa strada che sembra tortuosa solo all'inizio, ma che in realtà nasconde svariate insidie e sfide lungo tutto il suo percorso. Abbinato a questa serve senza dubbio una capacità di rinnovarsi da parte dei team dell'azienda, educati dall'ente consulente e detentori della filosofia e dei metodi Lean, per motivare, formare e coinvolgere soprattutto gli operatori, creatori e trasformatori diretti del valore per il cliente.

## APPENDICE A1 - LEAD TIME -

Il lead time è un parametro che caratterizza una rete logistica a diversi livelli, chiamato anche tempo di attraversamento (es. di un ordine) o "tempo di risposta".

Spesso con lead time si intende l'intervallo di tempo necessario ad un'azienda per soddisfare una richiesta del cliente (o customer lead time). Quanto più questo tempo è basso, tanto più l'azienda è veloce e flessibile nell'accontentare il cliente.

Si può parlare di lead time riferendosi al tempo di reazione di un'azienda rispetto al fatto che il cliente:

- richieda un nuovo prodotto: time to market
- inoltri un ordine di un prodotto già esistente: time to order.

In certi casi, si può analizzare il lead time riferendosi anche ad una parte dell'azienda e quindi scomponendo il tempo di risposta complessivo in parti più piccole. Ad esempio il "lead time di produzione" è il tempo necessario per fabbricare un certo prodotto nel reparto Produzione, dal momento dell'ingresso delle materie prime all'uscita del prodotto finito, mentre il "lead time di approvvigionamento" (o procurement time) è il tempo che intercorre tra l'inoltro dell'ordine di acquisto e l'arrivo delle merci.

Nella gestione e ottimizzazione dei lead time di fabbricazione è utile dividere gli stessi in:

- lead time di posto di lavorazione: tempo di transito di un posto di lavorazione composto da:

Tempo di attesa prima della lavorazione + Tempo di attrezzaggio o quota parte che compete alla lavorazione + Tempo di lavorazione + Tempo di attesa dopo la lavorazione + Tempo di trasporto

- lead time di stabilimento : tempo di transito per singolo articolo attraverso tutto lo stabilimento dal magazzino materie prime o parti alimentato dai fornitori terzi alla fase finale di assemblaggio e versamento nel magazzino prodotto finito.

In linea di principio i lead times aumentano quando aumenta il carico di lavoro arretrato (back log). Per ottimizzare i leads time bisogna minimizzare il back log eseguendo una corretta schedulazione in modo di evitare di caricare eccessivamente in centri di lavoro mettendoli nella condizione di non smaltire i carichi assegnati e controllandoli tramite una tecnica input/output. In pratica quando l'output di un centro scende significativamente sotto l'input e il back log dello stesso supera, di conseguenza, il livello considerato normale bisogna agire aumentando se possibile la capacità produttiva o ,in alternativa, diminuendo l'input.

Per la funzione di programmazione della produzione il lead time è un dato essenziale per determinare l'anticipo con cui emettere l'ordine di acquisto o fabbricazione per ottenere il materiale in tempo utile senza anticipi nè ritardi che si trasformano in costi aggiuntivi.

L'importanza di ridurre il tempo di risposta al mercato ha fatto sì che negli anni si siano sviluppate apposite metodologie mirate alla riduzione dei lead time, come il just in time (si veda Cap. 2.3.1) lo studio e la riduzione dei tempi non a valore aggiunto, l'uso dei diagrammi di Gantt (*Appendice A2*)

## APPENDICE A2 - **Diagramma di GANTT** -

Un diagramma di Gantt permette la rappresentazione grafica di un calendario di attività, utile al fine di pianificare, coordinare e tracciare specifiche attività in un progetto dando una chiara illustrazione dello stato d'avanzamento del progetto rappresentato;

Data la lettura relativamente facile dei diagrammi di GANTT, questo strumento è usato da quasi tutti i capi progetto in tutti i settori e rappresenta graficamente l'avanzamento

del progetto stesso, ed è anche un buon mezzo di comunicazione tra i differenti attori di un progetto.

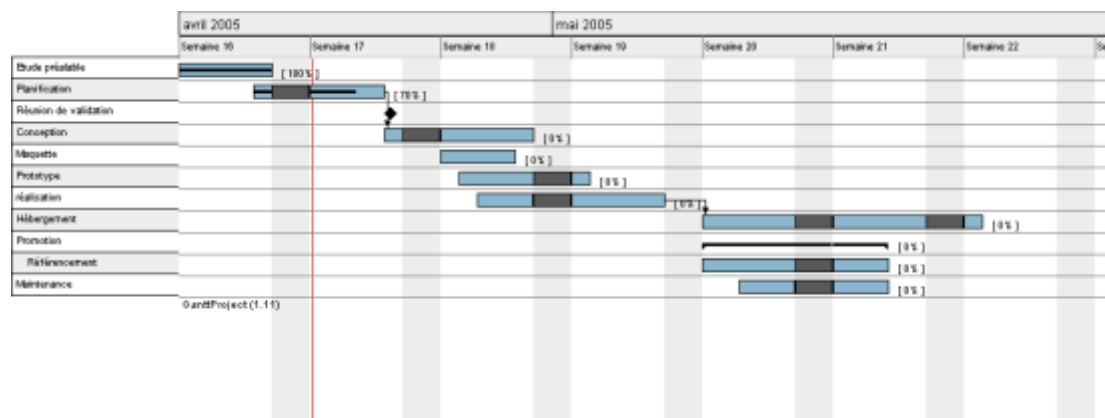
Nel diagramma ogni compito è rappresentato con una linea, mentre le colonne rappresentano i giorni, le settimane o i mesi del calendario secondo la durata del progetto. Il tempo stimato per un'azione è modellizzato su una barra orizzontale la cui estremità sinistra è posizionata sulla data d'inizio prevista e l'estremità destra sulla data prevista per la fine della realizzazione. I compiti possono susseguirsi in sequenza oppure essere eseguiti in parallelo.

Nel caso in cui i compiti si susseguono in sequenza, si possono modellizzare delle relazioni di anteriorità attraverso una freccia che parte dall'azione a monte fino a quella finale. Il compito a valle non potrà essere realizzato se quello precedente non è stato eseguito.

Man mano che un'azione avanza, la barra che la rappresenta viene riempita proporzionalmente al suo livello di svolgimento. Così è possibile avere rapidamente una visione sullo stato di avanzamento del progetto tracciando una linea verticale trasversale alle azioni a livello della data del giorno. Le azioni concluse sono quindi poste a sinistra di questa linea, le azioni non cominciate sono a destra, mentre quelle in corso di realizzazione sono attraversate dalla linea. Se il loro riempimento è posto a sinistra della linea, l'azione è in ritardo rispetto alla pianificazione.

E' inoltre possibile evidenziare nella pianificazione altri eventi importanti oltre azioni stesse, che costituiscono un punto fondamentale per il progetto: si tratta dei **punti di base** (in inglese *milestones*).

Stabilendo i punti base si permette di scindere il progetto in fasi chiaramente identificate, evitando così di avere una fine del progetto con una scadenza troppo lunga. Un punto base può essere la produzione di un documento, la tenuta di una riunione oppure una consegna parziale del progetto. I punti base sono delle azioni senza durata, rappresentate sul diagramma con un simbolo particolare, solitamente un triangolo al contrario o una losanga.



- Ad ogni attività possono essere associate una o più risorse, visualizzando il carico di lavoro di ogni risorsa e la sua saturazione, impostando una certa disponibilità per ogni risorsa. Contestualmente, può essere definito il calendario dei giorni lavorativi e festivi, e il numero di ore di lavoro giornaliere.
- Ad ogni attività può poi essere associato un costo che può essere attribuito a una singola attività oppure si può assegnare un costo orario alle risorse, determinando il costo dell'attività in base al relativo impegno orario

## APPENDICE A3 - Single Minute Exchange of Die -

Come noto, per seguire le richieste del cliente e organizzare la produzione sulla base di queste occorre superare il concetto dei “grandi lotti produttivi” e muoversi verso sistemi flessibili in grado di variare senza oneri eccessivi le tipologie e le quantità dei prodotti realizzati.

Il passaggio da un unico grande lotto ad un numero superiore di commesse più piccole risulta conveniente soltanto se affiancato da un processo di riduzione dei tempi e dei costi di set up.

Il termine *set up* rappresenta l'insieme di quelle attività necessarie affinché una macchina, terminata la lavorazione di un prodotto, sia nuovamente pronta per la produzione di un prodotto diverso da quello precedente; minore è il costo sostenuto da tale riconfigurazione e minore sarà la sua incidenza sul prezzo del prodotto e, allo stesso modo, minore è il suo tempo richiesto e maggiore sarà il tempo disponibile per la produzione.

L'obiettivo di fondo dunque risulta la riduzione della sovrapproduzione e delle scorte medie attraverso la produzione di lotti di dimensioni inferiori.

A questo punto la domanda da porsi è: lotti più piccoli, ma di quanto?

Il legame fondamentale tra tempi/costi di set up, la dimensione dei lotti e la giacenza media, deriva dall'analisi dei costi che determinano la dimensione ottimale del lotto di produzione (EMQ, economic manufacturing quantity).

Tali costi sono due in particolare<sup>24</sup>:

1. *costo di set up*, decrescente rispetto alla dimensione del lotto, in quanto all'aumentare del volume prodotto può essere ripartito su un numero maggiore di pezzi incidendo meno sulla singola unità produttiva.
2. *costo di mantenimento a scorta*, direttamente proporzionale alla dimensione del lotto, in quanto all'aumentare del volume prodotto aumenta la quantità versata a magazzino e dunque, a parità di consumo, la giacenza media.

La dimensione economica ottimale  $Q$  del lotto di produzione (EMQ) rappresenta la quantità in corrispondenza della quale è minimo il costo totale dato dalla somma di *costi fissi, costi di set up e di stock*.



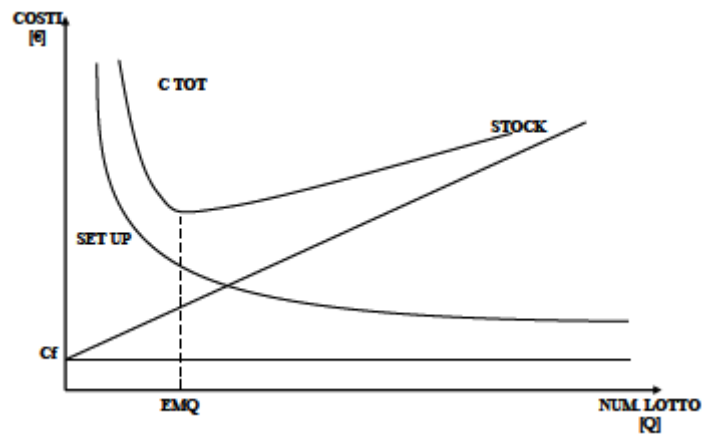


Fig.9.1 Fonte: Brandolese et al, 1991

Chiamando  $a$  il costo di set up [€/set-up],  $D$  la domanda da soddisfare [pezzi/anno],  $P$  il costo variabile di produzione [€/pezzo] e  $C_m$  il tasso di mantenimento a scorta (di solito % del costo variabile di produzione) la quantità economica di produzione è la seguente:

$$EMQ = \sqrt{\frac{2 \cdot a \cdot D}{P \cdot C_m}}$$

Da tale equazione si comprende facilmente che per ridurre la dimensione del lotto di produzione rimanendo in una posizione di costo totale minimo, occorre traslare verso sinistra l'intera curva di costo totale e quindi, in definitiva, la quantità ottimale.

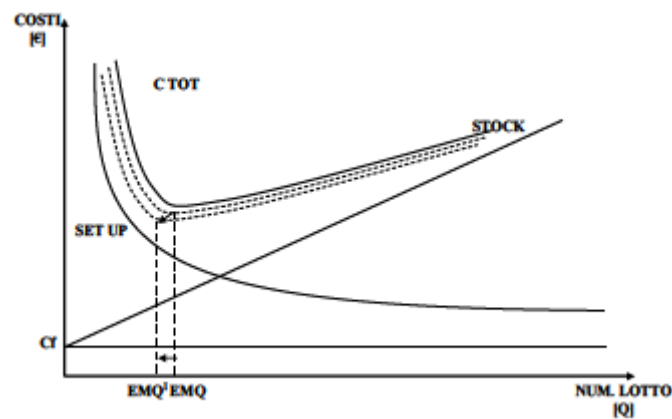


Fig. 9.2 Fonte: Grando, 1995

Da tale equazione si comprende facilmente che per ridurre la dimensione del lotto di produzione rimanendo in una posizione di costo totale minimo, occorre traslare verso sinistra l'intera curva di costo totale e quindi, in definitiva, la quantità ottimale.

Con questo approccio il tempo di set up viene definito come "l'intervallo che intercorre tra l'ultimo pezzo buono del vecchio lotto e il primo pezzo buono del nuovo lotto", comprendendo quindi tutti i tempi di regolazione, start up, close out e produzioni non conformi per via del cambio di produzione.

La riconfigurazione della macchina avviene mediante due tipologie fondamentali di operazioni:

1. Attività IED (inside exchange of die): operazione che deve essere effettuata a macchina ferma per ragioni puramente tecniche e non organizzative (installare/rimuovere attrezzature).
2. Attività OED (outside Exchange of die ): operazione che può essere effettuata con la macchina in funzione (preparazione attrezzatura, alimentazione, pulizie, ... ).

Attorno a queste due attività ruotano tutte le fasi di ottimizzazione del processo di attrezzaggio proposte dalla tecnica SMED; queste si sviluppano attraverso i seguenti step:

1. *Individuare e separare i set up esterni da quelli interni:* possibilmente con un filmato vengono registrate le attività IED e OED definendo se, *dal punto di vista tecnico*, sia realmente necessario effettuare alcune operazioni a macchina ferma.
2. *Convertire le attività interne in attività esterne:* si cerca di spostare il maggior numero possibile di operazioni IED in operazioni di tipo OED al fine di ridurre gli intervalli di fermo macchina.
3. *Migliorare/ridurre i set up interni:* limitare le attività interne solamente alle operazioni di montaggio, smontaggio, centraggio e regolazione cercando di ridurre la durata semplificandole attraverso morsetti funzionali, standardizzazioni, battute, parallelismi, ecc.
4. *Migliorare/ridurre i set up esterni:* assicurarsi che quanto possibile sia fatto entro la fine della lavorazione preparando check list funzionali, migliorando i sistemi di trasporto di materiali e attrezzature, migliorare i carrelli e i banchi di lavoro, selezionare l'utensileria realmente necessaria, ecc.
5. *Reiterare il procedimento, affinarlo e consolidarlo:* il processo viene reiterato alla ricerca di ulteriori miglioramenti, sviluppando al tempo stesso piani di adattamento del ciclo ad altri prodotti e di addestramento del personale.

## ***Riferimenti Bibliografici***

Romano Bonfiglioli. Pensare snello. Lean-Thinking alla maniera italiana. FrancoAngeli, 2001.

Claudio Donini. Lean Manufacturing. FrancoAngeli, 2007.

A. Galgano. I sette strumenti della qualità totale: manuale operativo. Il Sole 24 Ore - Libri, 1996.

Alberto Galgano. Le tre rivoluzioni. Guerini, 2002.

G. Graziadei. Lean Manufacturing: come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi. HOEPLI, 2006.

Giovanni Graziadei. Gestione della Produzione Industriale. Strumenti e applicazioni per il miglioramento della performance. HOEPLI, 2004.

R. Filippini; G. Pagliarani; G. Petroni. Progettare e gestire l'impresa innovativa: i nuovi percorsi per affrontare la complessità degli anni Novanta. Etas, 1992.

Massimiliano M. Schiraldi. La gestione delle scorte. Esselibri-Simone, 2007.

G. Taguchi. Introduzione alle tecniche per la qualità: progettare qualità nei prodotti e nei processi. FrancoAngeli, 1991.

Luca Tassone; Gianni Zanaria. Il KANBAN: gli elementi fondamentali.

Bonfiglioli Consulting, "Il Lean Thinking dalla produzione alla progettazione.", Francoangeli, 2007

Maselli G.M. , "Il Lean management è utile alle piccole e medie imprese", Il giornale di Vicenza , 2009

Fasulo A., "Il miracolo delle piccole Toyota", Il sole 24 ore , 2009

Chiarini et altri, "Rivoluzione lean, Trade Business", pg 34-41, 05/2006

Taiichi Ohno, 1978, Lo spirito Toyota. Il modello giapponese della qualità totale. E il suo prezzo, Piccola Biblioteca Einaudi.

Taiichi Ohno, 1994, Workplace Management. La gestione della fabbrica moderna, UTET Libreria.

Michele Zanelli: Riconfigurazione delle linee di assemblaggio manuale presso una azienda produttrice di macchine per l'agricoltura: applicazione delle 5S e dei principi di Lean Production nella transizione in ottica Pull, 2008

Luca Bortignon: L'implementazione della LeanProduction nelle PMI italiane, 2012

Stefania Scarin : La Lean Manufacturing: Il progetto pilota in ZF Padova, 2008

Tanja Sartore Analisi delle relazioni tra improvement, innovation e just in time e i loro effetti sulla performance, 2009

Lorenzo Baioni Metodi e strumenti di Supplier Integration sviluppati all'interno di una Lean Company: il caso BIESSE S.p.A, 2009

Michele Giacometti L'evoluzione italiana del TPS (Toyota Production System): il caso ANTONIO CARRARO Spa, 2010

Canè Elis Eliminazione degli sprechi attraverso la pianificazione e la gestione dei flussi logistici: il Caterpillar Production System (CPS), 2008

## ***Sitografia***

*[www.leancompany.it](http://www.leancompany.it)*

*[www.queoconsulting.it](http://www.queoconsulting.it)*

*[www.eccellere.com](http://www.eccellere.com)*

*[www.qualityi.it](http://www.qualityi.it)*

*[www.leanmanufacturing.it](http://www.leanmanufacturing.it)*

*[www.lean.org](http://www.lean.org)*

*[www.qualityi.it](http://www.qualityi.it)*

*[www.valessentia.it](http://www.valessentia.it)*

*[www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com)*

*[www.productivitypress.com](http://www.productivitypress.com)*

*[www.wikipedia.org/wiki/Toyota](http://www.wikipedia.org/wiki/Toyota)*

*[www.bylean.com](http://www.bylean.com)*

*[www.organizzazioniaziedali.it/lean-production-initaliano](http://www.organizzazioniaziedali.it/lean-production-initaliano)*

*[www.qualitiamo.it](http://www.qualitiamo.it)*